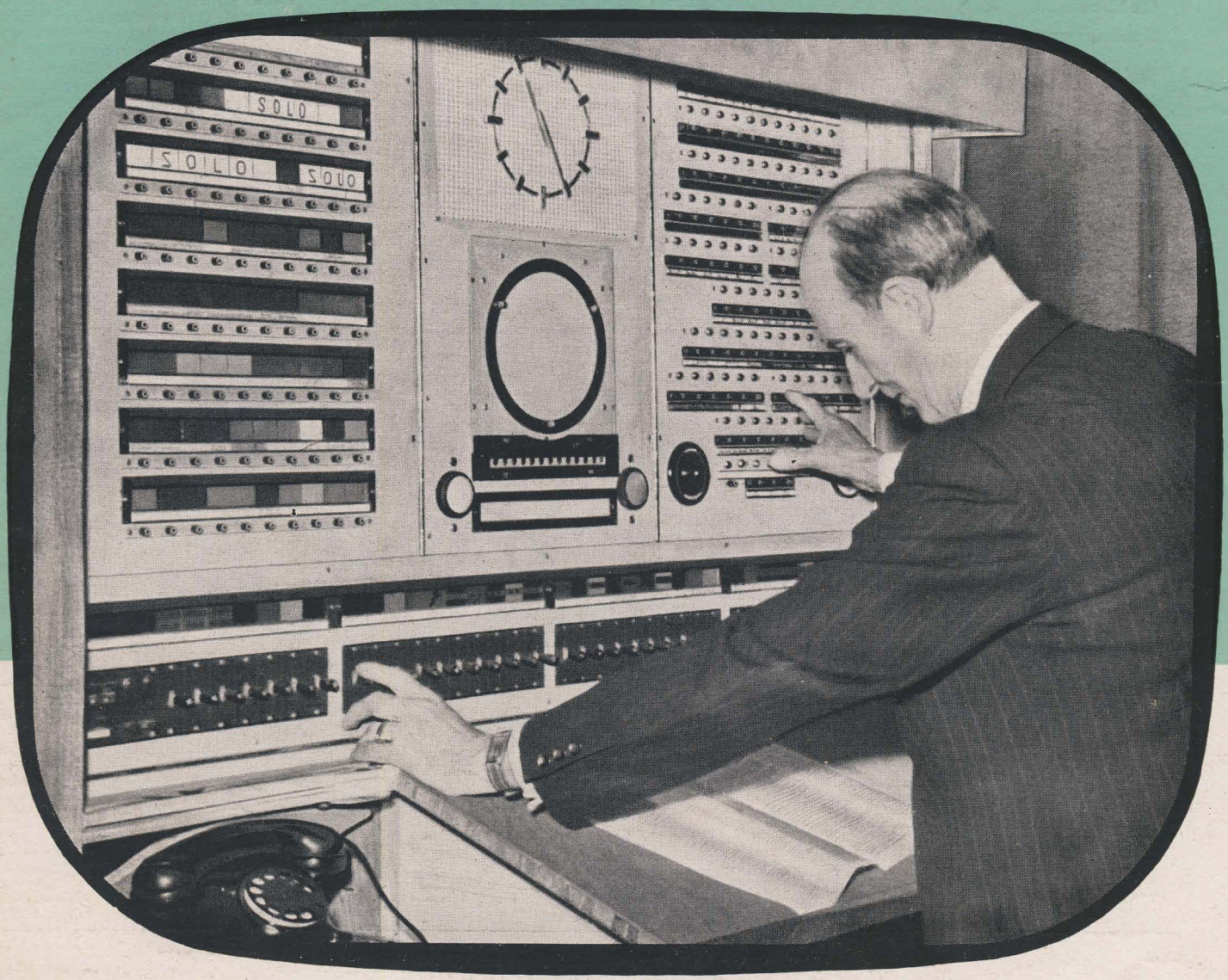
RADIO UND FERNSEHEN

ZEITSCHRIFT FÜR RADIO, FERNSEHEN, ELEKTROAKUSTIK UND ELEKTRONIK



5. JAHRG. 11 JUNI 1956

VERLAG DIE WIRTSCHAFT BERLIN NO 18

Aus dem Inhalt

SEITE

Zum Thema: Jungingenieure 317

Die Signal- und Übertragungsanlagen der Deutschen Staatsoper 318

Der Rundfunk im Neuen China 321

Der elektronische Zerhacker 323

Dr. Werner Tiedemann
Plaste oder organische Kunststoffe als Isolierstoffe der Elektrotechnik, 1. Teil 324

Horst Steube
Endverstärker mit Schirmgitter-gegenkopplung 327

Werner Taeger
Elektronische Spannungsstabilisierung 328

Karlheinz Köhler
Bauanleitung: Einfacher Fernseh-empfänger für Einkanalempfang, 1. Teil 332

Schwebungssummer SSU_1 336

Ing. Fritz Kunze
Röhreninformation EM 83, PY 81 341

Dipl.-Ing. Alexander Raschkowitsch
Lehrgang Funktechnik Hörrundfunk 343

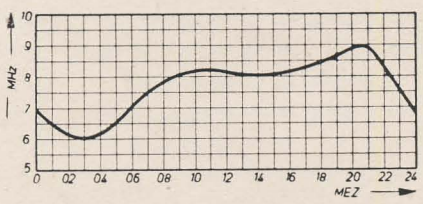
Literaturkritik und Bibliographie 347

Dipl.-Ing. Hans Schulze-Manitius
Chronik der Nachrichtentechnik 348

Titelbild:

Inspizient Gurnick bei der Arbeit am Inspiziententisch der Deutschen Staatsoper Unter den Linden (siehe hierzu den Beitrag auf Seite 318 dieses Heftes).

Aufnahme: Blunck



Voraussichtliche F_2-Grenzfrequenzen (Mittelwerte) im Juni 1956

Die Kurzwellenausbreitung im April 1956 und Vorschau für Juni 1956

Herausgegeben vom Heinrich-Hertz-Institut der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

Ausbreitungsbericht April 1956

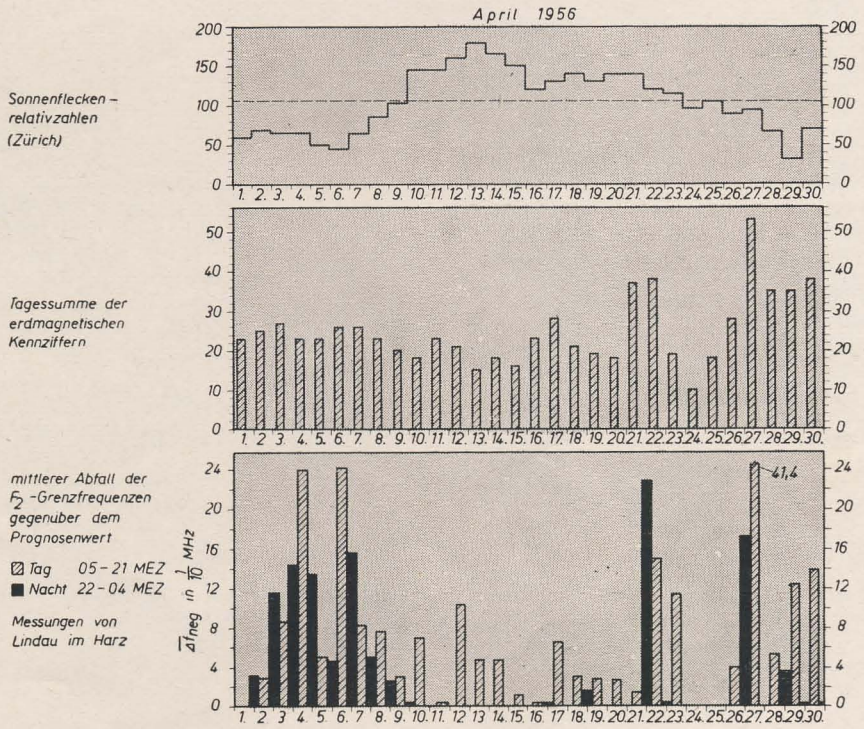
Die Sonnenfleckenrelativzahl lag nach den Angaben der Schweizer Observatorien im Berichtsmonat im Mittel mit R = 104,5 etwas niedriger als im Vormonat. Die Veränderungen der Relativzahlen im Laufe des Monats waren jedoch weit größer als im März.

Der Abfall der F_2-Grenzfrequenzen sei wieder im Zusammenhang mit den Kennziffersummen des Erdmagnetfeldes betrachtet. Da die Grenzfrequenzprognose für den April wesentlich höher angesetzt wurde als für den März, erhält man im April vergleichsweise mehr Grenzfrequenzabfälle. Außerdem war die Ionosphäre im April erheblich stärker gestört als im Vormonat. Die erste Störperiode in der Zeit vom 2. bis 8. 4. mit starker Störung am 4. und 6. wurde in der Nacht vom 2. zum 3. lediglich von einer etwas übernormalen Unruhe des Erdmagnetfeldes angekündigt, die keineswegs eine derart kräftige Ionosphärenstörung erwarten ließ. Von den am 10., 12. und 17. 4. beobachteten leichteren Störungen wurde auch nur die letzte durch erhöhte magnetische Unruhe angekündigt und begleitet. Am 21. setzte bereits tagsüber ein schwerer magnetischer Sturm ein, dem gegen Abend ein kräftiger Ionosphärensturm folgte. Am 22. und 23. lagen die Grenzfrequenzen noch weit unter den vorhergesagten Werten. Der magnetische Sturm hielt bis zum 22. an. In der Nacht vom 26. zum 27. 4. setzte zunächst ein neuer Magnetsturm ein, dem noch in der gleichen Nacht ein sehr starker Ionosphärensturm folgte. Diese Störung ist sowohl im Hinblick auf die magnetische Bewegung als auch auf den Ionosphärensturm die kräftigste seit etwa fünf Jahren. Die Grenzfrequenz der F_2-Schicht blieb am 27. 4. vormittags unter der F_1-Grenzfrequenz und konnte infolgedessen nicht mehr festgestellt werden. Dazu wurden bei der F_1-Schicht so starke Streuechos beobachtet, daß man fast nicht mehr von einer Schichtform sprechen konnte, sondern eher von diffusen Reflexionen aus verschiedenen Höhen des unteren F-Gebietes. Die magnetische Unruhe war auch an den letzten Tagen des Monats recht stark.

Vorschau für Juni 1956

Der Kurve für die voraussichtlichen F_2-Grenzfrequenzen wurde eine Sonnenfleckenrelativzahl von $R \geqq 120$ zugrunde gelegt. Sie unterscheidet sich von der für den Monat Mai gültigen Kurve nur unwesentlich. Für die Amateure ergeben sich infolgedessen auch kaum andere Übertragungsbedingungen als im Vormonat. In den Mittagsstunden dürften sich Dämpfung und Abdeckung, die ja im Juni ihr Maximum haben, vielleicht noch etwas stärker störend bemerkbar machen. Davon sind jedoch in der Hauptsache die niedrigeren Frequenzen betroffen, während der Mittags- und Nachmittagsabfall der Grenzfrequenzen mehr den Verkehr auf den höheren Frequenzen stören könnte. Die Anzahl der zu erwartenden Ionosphärenstörungen ist gewöhnlich im Hochsommer geringer als in der stark gestörten Übergangszeit, doch besteht andererseits die Möglichkeit, daß im Zuge einer weiteren Steigerung der Sonnenaktivität Störungen trotzdem verhältnismäßig häufig sind.

Lge.

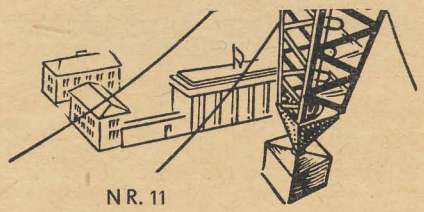


Verlag „Die Wirtschaft", Verlagsdirektor Walter Franze

Chefredakteur: Rudolf Nehring, Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22, Fernruf: 53 08 71, Fernschreiber: 1448. Veröffentlicht unter Lizenznummer 4102 des Amtes für Literatur und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik. — **Anzeigenannahme:** Verlag „Die Wirtschaft", Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22, und alle Filialen der DEWAG-Werbung. Zur Zeit gültige Preisliste Nr. 1. — **Druck:** Tribüne-Verlag, Druckerei III, Leipzig III/18/36. — Nachdruck und Auszüge nur mit Quellenangabe gestattet. Alle weiteren Rechte vorbehalten. — Die Zeitschrift „Radio und Fernsehen" erscheint zweimal im Monat; Einzelheft 2,— DM. Bestellungen nehmen entgegen: für die Deutsche Demokratische Republik: sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der Verlag DIE WIRTSCHAFT, Berlin; für die Deutsche Bundesrepublik: sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der Verlag DIE WIRTSCHAFT, Berlin. Auslieferung erfolgt über HELIOS Literatur-Vertriebs-Ges. m. b. H. Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141—157; für das Ausland: UdSSR: Meshdunarodnaja Kniga, Moskau 200, Smolenskaja P. 32/34; Volksrepublik China: Guozi Shudian, 38, Suchoi Hutung, Peking; Volksrepublik Polen: Prasa i Ksciazka, Foksal 18, Warszawa; Tschechoslowakische Republik: Artia A. G., Ve Smečkách 30, Praha II; Ungarische Volksrepublik: „Kultura", P.O.B. 149, Budapest 62; Rumänische Volksrepublik; Cartimex, Bukarest 1, P.O.B. 134/135; Volksrepublik Bulgarien: Raznoiznos, 1 Rue Tzar Assen; Volksrepublik Albanien: Ndermarja Shtetnore Botimeve, Tirana; für alle anderen Länder; Verlag DIE WIRTSCHAFT, Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22.

RADIO UND FERNSEHEN

5. JAHRGANG 1. JUNIHEFT 1956 NR. 11



Zum Thema: Jungingenieure

In wenigen Wochen werden wieder Tausende von jungen Menschen ihr Studium an den technischen Fachschulen unserer Republik beendet haben. Unsere wachsende sozialistische Industrie ist auf diese neuen Kräfte angewiesen, denn die großen Aufgaben des 2. Fünfjahrplanes sind nur zu lösen, wenn uns genügend qualifizierte Ingenieure in den Forschungs- und Entwicklungslabors, als Konstrukteure und Technologen zur Verfügung stehen.

Es ist bekannt, daß die Zahl der bisher ausgebildeten Ingenieure noch nicht ausreichend ist, um alle Stellen so zu besetzen, wie das anstrebenswert wäre. Um so aufmerksamer muß man sich um alle Erscheinungen kümmern, die angetan sind, den Einsatz der vorhandenen Kader in ein falsches Fahrwasser zu lenken. Denn außer der Tatsache, daß ein Ingenieur, den man als technischen Zeichner arbeiten läßt, verglichen werden kann mit einem 5-kW-Motor, der eine Laubsäge antreibt, muß stets eins bedacht werden: es sind rund 10000 DM, die unser Staat anderen wichtigen Verwendungszwecken entziehen mußte, um die Ausbildung eines Fachschulingenieurs zu finanzieren!

Im Heft 7 (1956) des Zentralorgans der Kammer der Technik, „Technische Gemeinschaft", berichtet A. Hauswirth über einen Erfahrungsaustausch, der von der Fachschule für Schwermaschinenbau Wildau mit ihren Absolventen durchgeführt wurde. In den Diskussionsbeiträgen ging es hauptsächlich um das sogenannte Assistentenjahr, das nach Ministerratsbeschluß vom 30. November 1954 in der volkseigenen Industrie eingeführt wurde. Im Verlaufe des ersten Jahres nach dem Studium soll der Jungingenieur nach einem festen Plan alle die Abteilungen des Betriebes durchlaufen, deren Kenntnis für seine spätere Tätigkeit wichtig ist.

Die vom Verfasser des erwähnten Artikels aufgezählten Verstöße gegen diese Verordnung sind sehr aufschlußreich und gelten beileibe nicht nur für den Bereich des Schwermaschinenbaues. Auch aus Betrieben unseres Industriezweiges sind uns Fälle bekannt geworden, daß Jungingenieure der Fachrichtung Hochfrequenztechnik gleich nach Eintritt in den Betrieb als Technologen, als Hilfskonstrukteure für feinmechanische Teile und in ähnlichen fachfremden Funktionen viele Monate „festgenagelt" wurden und sich erst nach großen Anstrengungen und mit mancher Verärgerung dort loseisen konnten. Und das, obgleich dieselbe Schule, an der sie ausgebildet worden sind, unter anderem auch die Fachrichtung „Technologie der Elektrotechnik" in ihrem Lehrplan führt. Das Argument, es könne einem Jungingenieur nicht schaden, auch einige Zeit lang ein völlig anderes Gebiet kennenzulernen, ist prinzipiell richtig. Auf Grund der Anerkennung auch dieses Argumentes entstand ja der Plan, das Assistentenjahr einzuführen. Es ist aber kaum als richtig anzuerkennen, wenn eine solche — schließlich und letzten Endes doch fachfremde — Tätigkeit solange beibehalten wird, bis der Jungingenieur die Lust verliert, sich eine andere Stelle sucht oder aber, was das Schlimmste ist, seine Tätigkeit ohne inneren Trieb und gleichgültig ausführt und dabei den Elan und den Schwung verliert, mit dem er von der Schule gekommen war. Der junge Ingenieur geht ohnehin in den meisten Fällen mit der prinzipiellen Bereitschaft in die Praxis, sich vor keiner Arbeit zu scheuen und auch etwas „abseits" gelegene Arbeiten in Kauf zu nehmen. Er darf nur nicht das Gefühl haben, daß er als willkommener Springer für „Feuerwehr"einsätze, als Lückenbüßer betrachtet wird.

Selbstverständlich soll hier nicht dem anderen Extrem das Wort geredet werden. Unter den Absolventen der Fachschulen gibt es auch hin und wieder Kollegen, die sich ihren Eintritt in einen volkseigenen Betrieb so ähnlich vorstellen wie die Thronbesteigung eines indischen Maharadschahs. Ihnen muß man ohne überflüssige Schonung, aber trotz allem kameradschaftlich, auf den richtigen Weg helfen. Die Leitungen der Betriebsorganisationen der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands, der Freien Deutschen Jugend und der Kammer der Technik können hierbei der Technischen Leitung und der Kaderabteilung wertvolle Hilfe leisten, wie überhaupt die gesellschaftlichen Organisationen ihre Tätigkeit noch mehr von der teilweise formalpolitisch-agitatorischen Arbeit auf die Sorge um die Kader, besonders um die jungen Menschen, verlagern sollten.

Es sei an dieser Stelle auf unseren Artikel „Wenn die Akademiker fehlen . . ." [RADIO UND FERNSEHEN Nr. 10 (1956), S. 299] hingewiesen, der den Mangel an wissenschaftlich gebildeten Fachkräften in Amerika beleuchtet. Auch der Leitartikel der französischen Fachzeitschrift „Toute la Radio", März 1956, spricht über die viel zu geringe Zahl der in Frankreich ausgebildeten technischen Kräfte. Wörtlich heißt es dort:

„. . . Diese Zahlen berichten schreiend von dem Elend unseres höheren technischen Unterrichtswesens. Der Mangel an Geld, an Räumen, an Lehrpersonal (warum sich dieser Aufgabe widmen, wenn man in der Industrie ungemein besser bezahlte Stellen findet . . . ?), der Mangel an genügend vorbereiteten Studenten, das alles läßt für unsere Industrie düstere Zeiten voraussehen . . ."

Alle diese Mißstände sind bei uns nicht vorhanden, bzw. sie sind zum mindesten nicht typisch für unser System, wenn sie auch hier und da noch auftreten. Die technische Ausbildung ist bei uns ein Teil der geplanten und gelenkten Volkswirtschaft wie die Produktion. Deshalb müssen wir auch mit jeder ausgebildeten Arbeitskraft noch besser umgehen als mit einem sehr wertvollen Werkzeug oder einer kostbaren Maschine. Wenn die oben erwähnten Fehler in Zukunft vermieden werden, dürfte das einen ebenso großen volkswirtschaftlichen Nutzen darstellen wie eine Neuerermethode, die uns hilft, Material einzusparen und die Produktion zu erhöhen. *G. K.*

Nachrichten

Aussendung von Normalfrequenzen: Ab 2. Mai 1956 werden über die Trägerfrequenz von 185 kHz des Deutschlandsenders an jedem Werktag von 10.10 bis 10.22 Uhr die Normalfrequenz von 1000 Hz und anschließend bis 10.30 Uhr der Normalstimmton von 440 Hz des Deutschen Amtes für Maß und Gewicht ausgestrahlt. Ferner wird über die Trägerfrequenz von 263 kHz werktäglich von 13.05 bis 13.15 Uhr die Normalfrequenz von 1000 Hz des DAMG gesendet. Die Normalfrequenzen werden ihrem Sollwert bis auf $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ entsprechen.

RADIO UND FERNSEHEN berichtete im Heft 8 (1955) S. 240 über die Frequenzzieheinrichtung von Quarzuhren und im Heft 24 (1955) S. 739 über das Steuergerät zur Aussendung der Normalfrequenzen von 440 und 1000 Hz bereits ausführlich.

100 000 DM wollen die Werktätigen des volkseigenen Betriebes Stern-Radio Staßfurt HV RFT in diesem Jahr durch Kleinmechanisierung einsparen. Durch das unbürokratische Bearbeiten der von Technikern, Ingenieuren und Arbeitern eingereichten Verbesserungsvorschläge ist es möglich, schon jetzt an verschiedenen Arbeitsplätzen die Rundfunkgeräte schneller und billiger zu fertigen.

Eine bessere Zeitausnutzung und leichteres Arbeiten für die Frauen ist durch die Kleinmechanisierung beim Nieten von Kontaktfedern für Drucktastenschalter erreicht worden.

Eine Steigerung der Arbeitsproduktivität um das Dreifache beim Verarbeiten von Bandkabel wird durch eine neukonstruierte Magnetschere erreicht. Wenn die benötigten Bandkabel an einen elektrischen Kontakt geführt werden, löst sich die Schere und schneidet das Blech aus. Gleichzeitig wird die Kabelseele abisoliert.

Mehr als 20 000 Familien im Bezirk Potsdam sind zur Zeit Besitzer eines Fernsehempfängers. Seit Beginn dieses Jahres wurden vom staatlichen und genossenschaftlichen Handel des Bezirkes monatlich 2000 Fernsehgeräte verkauft. Zahlreiche Werktätige erwarben ihren Empfänger mit Hilfe eines Zweckspar-vertrages bei den Kreissparkassen. Zu einem „Fernsehzentrum" hat sich die Gemeinde Glindow im Kreis Potsdam-Land entwickelt. Von den 1500 Familien dieses Dorfes hat jede siebente Familie einen Fernsehempfänger.

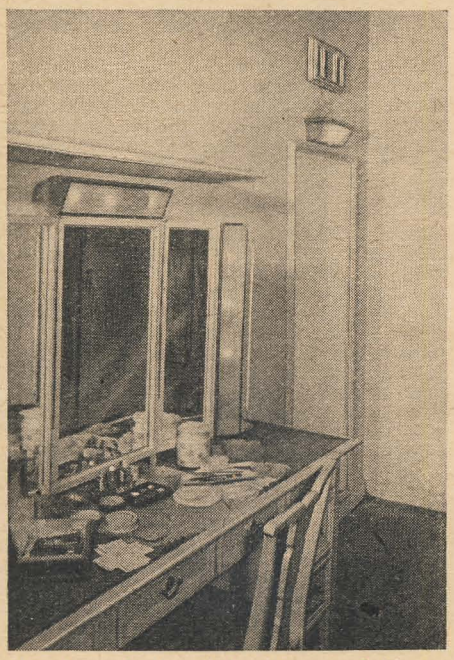
Die längste Sprechfunklinie der Welt verbindet Moskau mit der Antarktis und ist seit Februar dieses Jahres in Betrieb. Mit Hilfe modernster Sende- und Empfangsanlagen können sowjetische Antarktisforscher mit jedem beliebigen Punkt der nördlichen und südlichen Hemisphäre Kontakt aufnehmen. Direkte Funkverbindungen bestehen zum Beispiel mit den fernen arktischen Forschungsstationen auf der Insel Spitzbergen und der Dickson-Insel im Karischen Meer. Auf diesem Wege pflegen die sowjetischen Wissenschaftler auch regelmäßigen Erfahrungsaustausch mit ihren Kollegen von den australischen und französischen Forschungsstationen in der Antarktis.

Eine UKW-Relaiskette für den drahtlosen Telefonverkehr und die Fernsehversorgung will das englische Postministerium in einer Zeit von vier Jahren errichten, wie anläßlich einer Sitzung der Telecommunication Engineering and Manufacturing Association beschlossen wurde. Die Relaiskette wird von Schottland bis nach Südengland reichen und soll nach vier Jahren eine Kapazität von 1200 Telefonkanälen und zwei Fernsehkanälen haben. Als Endziel wird eine noch höhere Zahl von Fernsehkanälen und mehrere tausend Telefonkanäle angestrebt.

Etwa 257 Millionen Rundfunk- und 44 Millionen Fernsehgeräte sind nach Angaben der Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO) auf der ganzen Welt vorhanden. Die Anzahl der Rundfunkgeräte ist in den vergangenen fünf Jahren um 41 Prozent gestiegen, während sich die Zahl der Fernsehempfänger verdreifacht hat.

Die Signal- und Übertragungsanlagen der *Deutschen Staatsoper*

Blick in das Probenkleinstudio



Künstlergarderobe mit kombiniertem Tablo

Eine der Aufgaben des Nationalen Aufbauprogramms Berlin war der Wiederaufbau der von anglo-amerikanischen Terrorbombern zerstörten Deutschen Staatsoper Unter den Linden, deren Wiedereröffnung am 4. September des vergangenen Jahres mit einer Festvorstellung stattgefunden hat. Unser Besuch des in alter Pracht wiedererstandenen Hauses galt den technischen Einrichtungen der optisch-akustischen und elektroakustischen Anlagen, die, für die Besucher verborgen, den Ablauf des Geschehens mit ermöglichen helfen.

In dem gleichen Maße, wie das Fernsprechnetz als Nervensystem des modernen Theaterbetriebes die Verbindungen innerhalb der Häuser der Staatsoper und nach außen herstellt, dienen sowohl die optischen als auch die elektroakustischen Anlagen zur Nachrichtenübermittlung für die Bühnenarbeit.

Die Fernsprechanlage der Deutschen Staatsoper und der dazugehörigen Gebäude, wie Verwaltungsgebäude, Magazingebäude, Werkstättengebäude und Kostümabteilung, ist für 20 Amtsleitungen und 300 Anschlüsse ausgebaut. Sämtliche Gebäude stehen in direkter Verbindung, das heißt, es braucht nicht erst über ein Fernsprechamt gewählt zu werden. Im Bedarfsfall können noch weitere 100 Anschlüsse hinzugeschaltet werden, der Raum dafür ist bereits vorgesehen.

Etwa 100 Feuermelder dienen dem Schutz des Publikums und des Gebäudes. Die nach modernen Gesichtspunkten eingerichtete Anlage arbeitet nach dem Schleifensystem. In vier getrennten Schleifen sind die 100 Laufwerkfeuermelder eingeschleift. Die Signale erscheinen optisch und akustisch und werden außerdem von Typendruckern automatisch registriert. Neben den Laufwerkmeldern, die bei Gefahr von Hand betätigt werden müssen, sind in den Gebäuden der Deutschen Staatsoper noch etwa 600 thermische Melder verteilt. Die Temperaturfühler dieses automatischen Feuermeldesystems reagieren bereits auf eine Temperatur von 60° C und setzen die Signale in Tätigkeit. In der Feuermeldezentrale werden außerdem die Wächterkontrollmeldungen registriert.

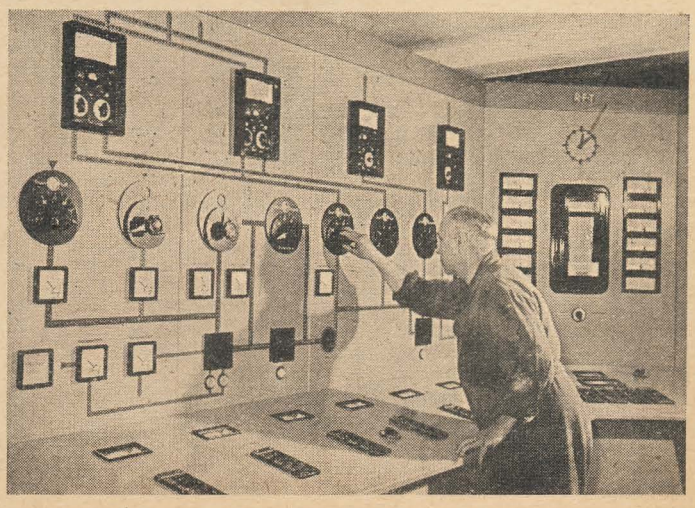
200 elektrische Uhren, die ihre Impulse aus einer eigenen Uhrenzentrale ebenfalls über vier Schleifen erhalten, sorgen für den zeitlich glatten Ablauf des Theaterbetriebes.

Umfangreich ist auch die elektrische Temperaturregelungsanlage. Von einer geräumigen Zentrale aus wird die Beheizung der Oper gesteuert. Fernthermometer zeigen die Temperatur in den verschiedenen Gebäudeteilen an, und an einem übersichtlichen Schalt- und Steuerpult können die Regulierungen der Heizung vorgenommen werden. Als Nachteil ist es zu werten, daß lediglich eine Temperaturregelanlage, und nicht, mit Rücksicht auf die wertvollen Musikinstrumente, eine Vollklimaanlage vorgesehen wurde.

Als rein optische Signalanlage kann der sogenannte Taktgeber angesehen werden. Er wird in den Fällen benutzt, in denen Sänger und Chöre oder ein Teil des Orchesters hinter der Bühne singen und spielen. Da diese Mitwirkenden keine Sicht zum Dirigenten haben, müssen ihnen die Einsatz- und Taktzeichen signalisiert werden. Dies geschieht über ein Lichttablo, den sogenannten Taktanzeiger, der an verschiedenen Stellen angeschlossen werden kann und vom Dirigenten über Tasten bedient wird. Diese Einsatz- und Taktanzeigeeinrichtung genügt nicht den Anforderungen, die an die technische Bühnenausstattung der Deutschen Staatsoper gestellt werden müssen. Man sollte sich auch hier der Mittel und

Die Feuermeldezentrale

Die Schalt- und Steuereinrichtung der Temperaturregelungsanlage



Möglichkeiten unserer modernen Technik bedienen. Durch den zusätzlichen Einbau einer Fernsehkamera, wie sie beim industriellen Fernsehen verwendet wird, hätte man die Möglichkeit schaffen können, den Dirigenten sowohl hinter der Bühne als auch in der Elektroakustikzentrale, in der häufig einzelne Musikstücke oder auch ganze Opern auf Magnettonbänder aufgenommen werden, zu sehen. Ein Fernsehbildschirm am Inspiziententisch würde auch dem Inspizienten die Arbeit wesentlich erleichtern.

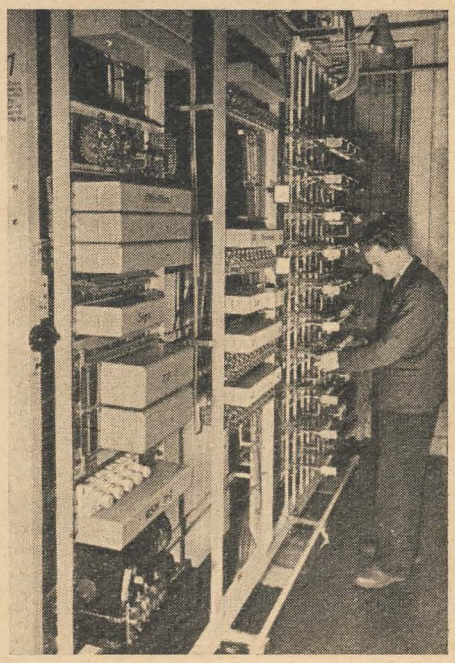
In den Aufenthaltsräumen und Garderoben sind kombinierte optische und akustische Ruftablos angebracht, die außer einer Signallampe einen Summer und einen Lautsprecher enthalten. Bei Betätigen dieses Rufes ertönt zunächst ein Summerton, und nachdem die Ruftaste in ihre Bereitschaftstellung zurückgelegt worden ist, leuchtet die Signallampe noch einige Zeit. Dadurch ist die Gewähr gegeben, daß der Ruf bemerkt wird. Eine Rückmeldung ist nicht möglich, so daß der Inspizient nicht darüber unterrichtet wird, ob sein Ruf auch die gewünschte Person erreicht hat. Hier wäre mit der Verlegung einer zusätzlichen Leitung für ein Rückmeldesignal eine größere Sicherheit gegeben. Die in den Tablos vorhandenen Lautsprecher dienen zur Übertragung des Bühnengeschehens und können ebenfalls vom Inspizienten für Ruf und Durchsage benutzt werden.

Aus Zweckmäßigkeitsgründen ist je ein Inspiziententisch links und rechts neben der Bühne aufgestellt worden. Sämtliche Anschlüsse liegen an beiden Tischen, so daß je nach Gegebenheit der eine oder der andere benutzt werden kann. Hier laufen alle Adern des komplizierten Netzes der Signal- und Rufanlagen zusammen. Der Inspizient kann vom Inspiziententisch aus das gesamte Bühnengeschehen gemäß den mit dem Regisseur bis in alle Einzelheiten abgestimmten Besprechungen leiten und ruft die Darsteller, den Chor, das Orchester und die Statisterie zu ihrem Auftritt. Der jeweilige Stand der Drehbühne wird am Inspiziententisch durch eine sich synchron mit der Drehbühne drehende Scheibe angezeigt.

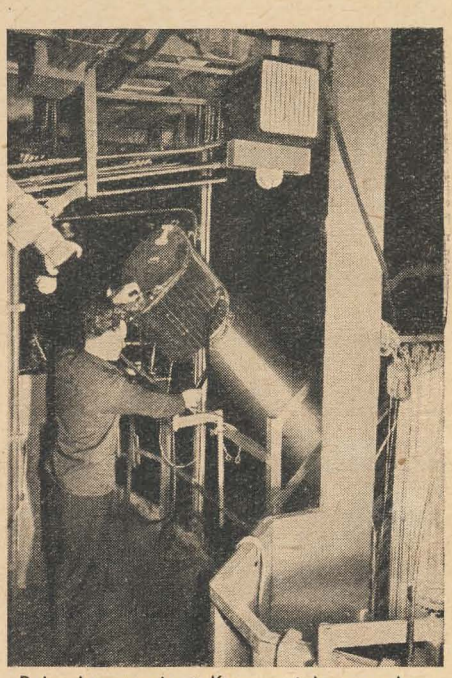
Für die Beleuchtungsmaschinerie besteht eine besondere Anlage in Form einer elektroakustischen Gegensprechverbindung zwischen dem Beleuchtungsinspektor und den Beleuchtern sowie zum Stellwerk der Beleuchtungsmaschinerie. Die Beleuchterrufanlage kann bei den Proben auch aus dem Parkett besprochen werden. Beim Betrieb der elektroakustischen Beleuchteranlage besteht eine gewisse Schwierigkeit darin, daß die Durchsagen und Weisungen für die Beleuchter an den Scheinwerfern über die Lautsprecher gerade so laut sein müssen, daß sie trotz des Bühnengeschehens gut verstanden werden, ohne störend auf die Vorstellung einzuwirken. Da die Lautstärke des Bühnengeschehens ständig wechselt, ist es notwendig, daß sich die Wiedergabelautstärke der Kommandolautsprecher diesem Wechsel anpaßt. Die von der RFT hierfür entwickelte selbstregelnde Anlage wird den gestellten Bedingungen nicht gerecht, so daß inzwischen die Automatik außer Betrieb gesetzt werden mußte.

Das Titelbild dieses Heftes zeigt den Inspizienten Gurnick bei der Arbeit am Inspiziententisch. Im Mittelfeld des Tisches unterhalb der Uhr ist die Scheibe zur Anzeige der Drehbühnenstellung sichtbar. Rechts darunter befindet sich das Kommandomikrofon, und auf der rechten Seite sieht man die Drucktasten, mit denen die Leitungen für die elektroakustischen Verbindungen gewählt werden können. Die linken Tasten dienen zum Betätigen der Licht- und Summersignale. In der unteren durchgehenden Schalterreihe sind bestimmte Signalverbindungen zusammengefaßt.

Für die Übertragung des Bühnengeschehens in die dafür vorgesehenen Räume der Staatsoper ist eine Elektroakustikzentrale eingerichtet. Ein Regietisch mit Gruppenreglern und Aussteuerungsanzeige, eine Doppelmagnettontruhe, ein Lautsprecherschrank und ein Verstärkergestell bilden die technische Ausstattung dieses Raumes. Die Anlage dient lediglich zum Übertragen des Bühnengeschehens und für Durchsagen des Inspizienten. Zum Erzeugen einer Geräuschkulisse, wie es in Theatern häufig der Fall ist, kommt die Elektroakustik in der Deutschen Staats-

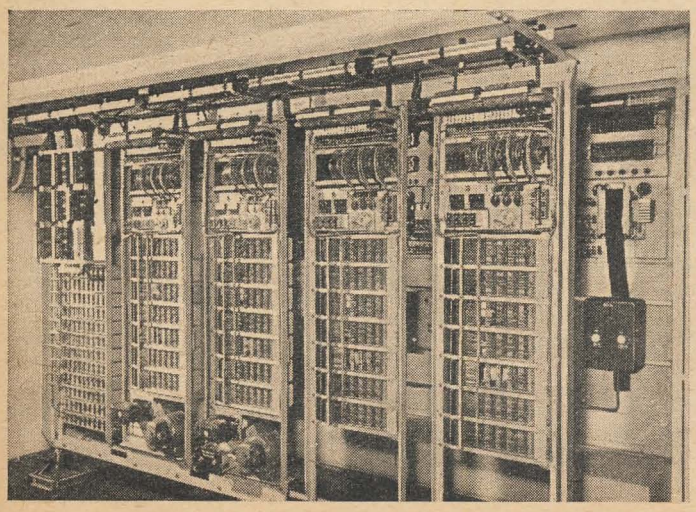


Blick in den Wählerraum

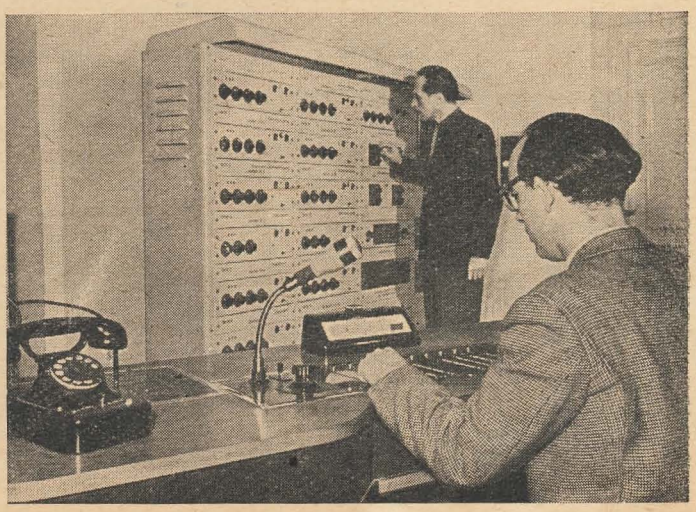


Beleuchterstand mit Kommandolautsprecher

Relaisfeld der Feuermeldezentrale



Elektroakustikzentrale mit Regietisch und Verstärkergestell



oper nicht zur Anwendung. Lediglich ein elektroakustisches Glockenspiel, auf dem sich alle Klangfarben und Rhythmen der verschiedenen Geläute einstellen lassen, wird benutzt. Etwa 200 Lautsprecher, die in 14 Gruppen zusammengefaßt sind, sind innerhalb des Hauses verteilt. Die Mikrofone für die Übertragungsanlage sind in Höhe des ersten Ranges links, rechts und gegenüber der Bühne angeordnet. Es sind leider nicht die besten Mikrofone eingesetzt worden, und es wäre besser gewesen, hochwertige Mikrofone, wie sie vom Rundfunk für Übertragungen benutzt werden, zu verwenden. Hinzu kommt die Unzulänglichkeit der ebenfalls von der RFT gelieferten Normverstärker — Typ 4147, Funkwerk Leipzig —, bei denen trotz dauernder Beanstandungen immer noch eine Einstellmöglichkeit der Katodenwiderstände in der Gegentaktendstufe fehlt. Dieser Mangel wurde jetzt von den Tontechnikern des Hauses durch nachträglichen Einbau von Drehregelwiderständen behoben.

In der 14. Parkettreihe befinden sich die Anschlüsse der Schwerhörigenanlage. Hierbei ist unseres Erachtens am falschen Platz gespart worden, denn es dürfte nicht jeder Opernbesucher, der auf die Benutzung dieser Anlage angewiesen ist, in der Lage sein, 12,— DM für einen Platz auszugeben. Hier entsteht die Frage, ob man bei der Projektierung nicht daran gedacht hat, auch noch andere Platzgruppen mit diesen Anschlüssen auszurüsten, da bei uns in der Deutschen Demokratischen Republik jeder ein Recht darauf hat, am kulturellen Leben teilzunehmen. Eine Verteilung der Schwerhörigenplätze auf verschiedene Platzgruppen wäre aus diesem Grunde trotz der größeren Anlagekosten angebracht gewesen.

Als besondere Anlage ist weiterhin ein elektroakustischer Autoruf vorgesehen.

Für die Solisten wurde die Möglichkeit geschaffen, ihre Stimme in einem besonderen Kleinstudio, das sich unmittelbar an die Proberäume anschließt, auf ein Magnettonband zu übertragen und durch Abhören der Bänder die Wirkung des Vortrags zu kontrollieren.

Eine Orgel, deren Pfeifen zu beiden Seiten der Bühne angeordnet sind, wird durch Relais gesteuert. Für den Orgelspieltisch mit den Manualen sind an drei Stellen der Bühne Anschlüsse vorhanden.

Die akustische Ausgestaltung der Räume durch schalldämpfende Wandverkleidungen und durch Stoffbespannungen wurde in hervorragender Weise gelöst und paßt sich der architektonischen Gestaltung sehr gut an.

Für den Demokratischen Rundfunk ist ein eigener Studioraum eingerichtet, von dem aus sowohl akustische als auch Fernsehübertragungen durchgeführt werden können.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß bei dem Wiederaufbau unserer Staatsoper von den Beteiligten allen bestehenden Schwierigkeiten zum Trotz in verhältnismäßig kurzer Zeit eine Fülle guter Arbeit geleistet worden ist. Die hier und dort noch bestehenden Mängel, die wir schilderten, rühren zum Teil daher, daß das Projekt bereits im Jahre 1952 entworfen wurde und daß bis zur Fertigstellung des Baues danach gearbeitet worden ist, während die technische Entwicklung fortschritt. Etwas mehr Beweglichkeit bei der Ausführung technischer Anlagen und Kenntnis der neuesten Technik müssen künftig dazu führen, daß die geschaffenen Werke jeder Kritik standhalten.

Die Kunst ist in unserem Staate eine Sache des ganzen Volkes, und wir wollen unseren Bericht mit einem Wort aus dem Referat des 1. Sekretärs des Zentralkomitees der SED, Walter Ulbricht, auf der 3. Parteikonferenz über die Entwicklung der sozialistischen Kultur im zweiten Fünfjahrplan schließen:

„Das Wesen der sozialistischen Kultur wird vor allem dadurch bestimmt, daß ihr ganzer Reichtum, alles Gute und Schöne, was Literatur, Kunst und Wissenschaft hervorbringen, dem ganzen Volke gehört. Das hat es vorher nie in Deutschland gegeben, und das ist bei uns nur möglich, weil die sozialistische Umgestaltung unserer Wirtschaft das solide materielle Fundament für diese neue Entwicklung der Kultur gibt."

Kusserow

Informationstagung

„Industrielle Automatisierung"

Am 12. und 13. April 1956 veranstaltete die Kammer der Technik in Leipzig eine Informationstagung über industrielle Automatisierung. In der Einladung zu dieser Tagung wurde die Aufgabe, „den Fachleuten Anleitung und Hilfe bei der Erfüllung ihrer im zweiten Fünfjahrplan gestellten Aufgaben durch Modernisierung der Betriebe zu geben", als erstrebenswertes Ziel herausgestellt. Zu diesem Zweck sollten auf der Tagung Werkleiter, Technische Leiter, Haupttechnologen und alle interessierten Fachkollegen über die Möglichkeiten der Automatisierung unserer Industriebetriebe unterrichtet werden.

Der erfreulicherweise sehr gute Besuch dieser Tagung bestätigt, daß der Mechanisierung und Automatisierung, eine der Hauptaufgaben des zweiten Fünfjahrplanes, große Bedeutung beigemessen wird. In den zahlreichen Diskussionsbeiträgen kam der Wunsch zum Ausdruck, Preise und Lieferbarkeit der Geräte und Anlagen zu erfahren, um die Modernisierung und Automatisierung auf einer ökonomischen Basis durchführen zu können. In diesem Punkte blieben einige Wünsche der Tagungsteilnehmer offen. In einigen Vorträgen wurden besonders technische und zum Teil auch theoretische Erläuterungen der Steuer- und Regelungstechnik gegeben, womit auch eine Teilaufgabe der Tagung erfüllt wurde.

Daß auch der ökonomischen Seite der Automatisierung Rechnung getragen wird, hat Dipl.-Ing. Hornauer in seinen einleitenden Worten wie auch in der Diskussion besonders betont. Er konnte offiziell mitteilen, daß eine neue Hauptverwaltung „Betriebsmeß-, Steuer- und Regelungstechnik" gegründet wurde, die bei der Modernisierung aller Industriezweige anleitend und unterstützend eingreifen soll. Alle Vorhaben der Modernisierung und Automatisierung sind in den Wirtschaftsplänen zu verankern, außerdem muß für die Ausbildung technischer Kader gesorgt werden; denn eine gründliche Kenntnis dieses umfangreichen Arbeitsgebietes ist dringend erforderlich.

Die Tagung begann mit einem einleitenden Vortrag von Dipl.-Ing. Hornauer über die „Einführung in die industrielle Automatisierung". Der Vortrag umfaßte die ökonomischen Beziehungen, den Nutzen im Vergleich zum Aufwand und die Fragen der grundsätzlichen Ausführung einer automatischen Anlage. Er vermittelte außerdem einen allgemeinen Überblick über die Verfahren zur Automatisierung.

Der zweite Vortrag, „Betriebsmeßgeräte" von Dipl.-Ing. Britall, behandelte einen Ausschnitt aus dem sehr umfangreichen Gebiet der Meßtechnik mit besonderer Berücksichtigung der Betriebsmessung, welche die Grundlage der Regelungstechnik darstellt.

In seinem Referat über „Steuergeräte" brachte Dipl.-Ing. Iser zum Teil Ausführungen grundsätzlicher Art, um einige Begriffsbestimmungen klarzustellen; er erläuterte dies an zahlreichen Beispielen. Im zweiten Teil seines Vortrages wurden Verfahren und Geräte der Steuerungstechnik ausführlich beschrieben.

Neben der Behandlung einiger prinzipieller Fragen machte Ing. Zühlsdorf die Tagungsteilnehmer in dem Vortrag über „Relaisschaltungen" vor allem mit bereits ausgeführten Anlagen bekannt (bedarfsabhängige Anlaufsteuerung einer Transportstraße, Möller-Niveau- und Höhenstandsregler eines Niederschachtofens usw.).

Auf Grund der in der Diskussion geäußerten Wünsche wurden die Vorträge des zweiten Tages mehr auf die Praxis bezogen. So erläuterte Dipl.-Ing. Wagner in seinem Referat „Reglergeräte" nach einer kurzen Charakterisierung der verschiedenen Reglerarten und ihrer prinzipiellen Wirkungsweise an zahlreichen Beispielen die wirtschaftliche Bedeutung der Regeleinrichtungen. Außerdem beschrieb er einige bereits bekannte Reglertypen.

Die Vorträge über „Antriebs- und Durchlaufregelungen" von Ing. Krumpe und des Korreferenten Wünsche behandelten vor allem bereits serienmäßig gefertigte Geräte und ihre Einsatzmöglichkeiten in der Papierindustrie, Textilindustrie usw. Durch die Angabe der Richtpreise von Gerätetypen für Einzel- und Serienfertigung wurde zahlreichen Wünschen der Zuhörerschaft entsprochen.

Den praktischen Bedürfnissen wurde auch der Vortrag des Obering. Ludwig über „Automatisierung verfahrenstechnischer Anlagen" gerecht. In einfachen und klaren Worten wurden Druckregelungen, Mengenregelungen, Gemischregelungen, Wasserstandsregelungen, die Automatisierung von metallurgischen Anlagen und elektrochemischen sowie von Dampferzeugungsanlagen u. a. geschildert.

Obering. Lottmann berichtete über die „Automatisierung mechanischer Fertigungen" und zeigte an zahlreichen Lichtbildern den großen Fortschritt in der Werkzeugmaschinenfertigung in den Jahren des Aufbaus in der Deutschen Demokratischen Republik.

Der abschließende Vortrag des Dipl.-Ing. Schönfeld behandelte die „theoretischen Grundlagen der Automatisierung". Der Vortragende erläuterte die Theorie der Schaltungen, Steuerungen und Regelungen. Er betrachtete das Zeitverhalten von Reglern und Regelstrecken sowie die anderen charakteristischen Größen des Regelkreises und gab Faustformeln für die günstige Einstellung von Reglern an.

Die Tagung kann allgemein als ein großer Erfolg gelten, offen gebliebene Wünsche sollen bei einer späteren Tagung, die als Arbeitstagung geplant ist, berücksichtigt werden.

Dipl.-Ing. Iser

電　　源　50-60週/秒交流電 220 或 110 伏特兩用。

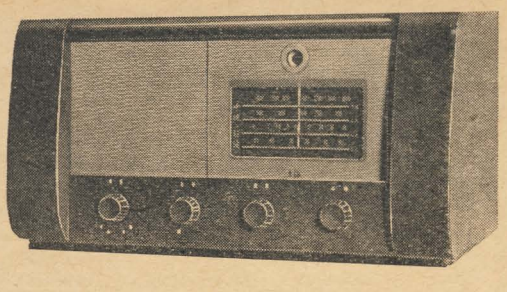
消耗電力　57 瓦。

收聽範圍　中波(廣播段)和短波，二波段。

中波 550 千週—1600 千週(波長 545 公尺—187 公尺)。

短波 5.8 兆週—18 兆週(波長 51.8 公尺—16.6 公尺)。

使用電力管　6SA7—1 6SK7—1 6SQ7—1 6V6—1 5Y3—1 6E5—1。



DER RUNDFUNK IM NEUEN CHINA

China – vor wenigen Jahren noch ausschließlich Agrarstaat und ein in der Technik rückständiges Land – erlebt zur Zeit seine Wandlung zum Industriestaat, zum fortschrittlichen China. Herr Ing. H. Bauermeister hatte während seines mehrmonatigen Aufenthaltes in der Volksrepublik China Gelegenheit, sich über den Stand und die Entwicklung des Rundfunks und der Funkindustrie zu informieren. Nachfolgend sein Bericht.

Im Jahre 1945 wurde in Yenan der erste Rundfunksender des befreiten China errichtet. Seit dieser Zeit sind über 50 weitere Rundfunksender des Volksrundfunks im neuen China in Betrieb genommen worden, die durch ein weitverzweigtes Rundfunkübertragungsnetz miteinander verbunden werden können. Ob in Tibet oder in den zahlreichen autonomen Gebieten der Volksrepublik China, überall können die chinesischen Werktätigen die Darbietungen des Volksrundfunks hören. Die meisten Teilnehmer findet man naturgemäß in den großen Städten, wie Peking, Tientsin, Schanghai, Nanking usw. In den Tageszeitungen der 6-Millionen-Stadt Schanghai werden zum Beispiel die täglichen Programme von fünf Rundfunksendern bekanntgegeben, deren Sendefrequenzen zwischen 860 und 1330 kHz liegen. Die Sendezeit beginnt meist um sechs Uhr früh und endet um zwei Uhr dreißig am nächsten Morgen. In der Programmgestaltung wechseln Musikdarbietungen mit belehrenden Vorträgen, wobei auch die besonderen Belange der vielen völkischen Minderheiten in der Volksrepublik China berücksichtigt werden.

In der Studiotechnik werden sowjetische Magnetbandgeräte, und zwar die Typen „Djnepr-Nr. 3" und „M 8", benutzt. Während das Djnepr-Gerät mit eingebautem 4-W-Verstärker und Lautsprecher bei 38,1 cm/s Bandgeschwindigkeit Sendungen im Frequenzbereich von 50 bis 4000 Hz zu speichern gestattet, arbeitet das neue Modell „M 8" mit zwei Bandgeschwindigkeiten (38,1 und 76,2 cm/s). Der Frequenzgang wird vom Herstellerwerk mit 50 bis 7000 Hz ±3 dB angegeben.

Ein Bummel durch die Rundfunk- und Musikabteilungen der großen staatlichen Kaufhäuser und Industrieläden vermittelt dem deutschen Fachmann einen guten Überblick über das Rundfunk- und Elektroakustikgebiet. Die nachstehende Zusammenstellung umfaßt die am häufigsten angetroffenen AM-Empfänger, die zumeist von der sehr leistungsfähigen volkseigenen Schanghaier Elektroindustrie gefertigt werden.

Tabelle I

AM-Netzempfänger

Typ	Kreise	Bestückung	Bereiche	Technische Einzelheiten
135	1	6 SK 7, 6 V 6, 5 Y 3	550 bis 1600 kHz	Billiger Einkreisempfänger in Preßstoffgehäuse, perm.-dyn. Lautsprecher, Vollnetzanschluß 110/220 V, Sparschaltung mit 22 W Verbrauch
154 155	6	6 SA 7, 6 SK 7, 6 SQ 7, 6 V 6, 5 Y 3	550 bis 1600 kHz 5,5 bis 18,5 MHz	Vollsuper in Holzgehäuse, ZF = 465 kHz, kont. Lautstärkeregelung, Gegenkopplung, TA, perm.-dyn. Lautsprecher
504	6	6 SA 7, 6 SK 7, 6 SQ 7, 6 V 6, 5 Y 3	520 bis 1600 kHz 3,9 bis 8,0 MHz 9,0 bis 16,0 MHz	Vollsuper in Holz- oder Preßstoffgehäuse, ZF = 465 kHz, kont. Lautstärkeregelung, Gegenkopplung, TA, perm.-dyn. Lautsprecher
5302 5303	6	12 SA 7, 12 SK 7, 12 SQ 7, 35 L 6, 35 Z 5	550 bis 1500 kHz 2,5 bis 6,2 MHz 6,2 bis 19 MHz	Vollsuper in Edelholz- oder Stahlblechgehäuse, ZF = 465 kHz, kont. Lautstärkeregelung, Tonblende, TA, perm.-dyn. 3-W-Lautsprecher, Netzteil in Sparschaltung
161	6	6 SA 7, 6 SK 7 6 SQ 7, 6 V 6, 5 Y 3, 6 E 5	550 bis 1600 kHz 5,8 bis 18 MHz	Vollsuper in Edelholzgehäuse mit Magischem Auge, ZF = 465 kHz, kont. Lautstärkeregelung, Klangfarbenregelung, TA, perm.-dyn. Lautsprecher
551	6	6 SA 7, 6 SK 7 6 SQ 7, 6 V 6, 5 Y 3	550 bis 1600 kHz 5,8 bis 18 MHz	Vollsuper in Edelholzgehäuse mit elektr. Plattenspieler, kont. Lautstärkeregelung, Klangfarbenregelung, TA, Anschluß für 2. Lautsprecher
722—551	6	6 BE 6, 6 BA 6, 6 AL 5, 6 BA 6, 6 AQ 6, 1629, 5 Y 3	550 bis 1600 kHz 3,8 bis 7,6 MHz 9,0 bis 12,1 MHz	Vollsuper in Edelholzgehäuse mit elektr. Plattenspieler, Min.-Röhren, kont. Lautstärke- u. Klangfarbenregelung, Magisches Auge (1629), Anschluß für 2.Lautsprecher

Da weite Teile Chinas noch nicht mit elektrischem Strom versorgt sind, hat die chinesische Rundfunkindustrie drei Typen leistungsfähiger Detektorapparate und eine Reihe tragbarer Batterieempfänger entwickelt (Tabelle II).

Tabelle II

Batterieempfänger

Typ	Kreise	Bestückung	Bereiche	Technische Einzelheiten
359	6 (7)	1 R 5, 2 x 1 T 4, 1 S 5, 3 Q 4	550 bis 1600 kHz 3,9 bis 12,5 MHz	Tragbarer Batteriesuper in Stahlblechgehäuse, Heizbatterie 1,5 V, Anodenbatterie 90 V, ZF = 465 kHz, kont. Lautstärkeregelung, perm.-dyn. Lautsprecher
471	8	1 T 4, 1 R 5, 1 T 4, 1 S 5, 3 S 4, 5 Y 3, 50 L 6	550 bis 1600 kHz 5,5 bis 18,5 MHz	Tragbarer Batterie-Netzsuper in Stahlblechgehäuse, Heizbatterie 9 V, Anodenbatterie 90 V, mit Umschaltmöglichkeit auf 110/220-V-Wechselstromnetz, ZF = 465 kHz, kont. Lautstärkeregelung, perm.-dyn. Lautsprecher, Anschluß für 2. Lautsprecher
472	6 (7)	1 R 5, 1 T 4, 1 T 4, 1 S 5, 3 S 4, 5 Y 3, 50 L 6	550 bis 1600 kHz 3,85 bis 12,5 MHz	Tragbarer Batterie-Netzsuper in Stahlblechgehäuse, Heizbatterie 9 V, Anodenbatterie 90 V, mit Umschaltmöglichkeit auf 110/220-V-Wechselstromnetz, ZF = 465 kHz, kont. Lautstärkeregelung, TA, Anschluß für 2. Lautsprecher

Einen sehr breiten Raum im Produktionsprogramm der chinesischen Rundfunkgeräteindustrie nehmen die sogenannten Betriebs- oder Landfunkzentralen ein. Wie aus der nachstehenden Übersicht hervorgeht, werden sie in Leistungsstufen bis zu 500 W Sprechleistung gebaut.

Tabelle III

Betriebs- und Landfunkzentralen

Typ	Ausgangsleistung u. -widerstand	Bestückung	Rundfunkteil Bereich	Technische Einzelheiten
3-3-3	3 W 600/150 Ω	6 SA 7, 6 SK 7, 6 SQ 7, 2×6 SN 7, 6 K 7, 6 SL 7, 6 V 6, 5 Y 3	530 bis 1620 kHz ZF: 465 kHz	Vorverstärker z. 500-W-Verstärker, auch als Drahtfunkverstärker verwendbar, Frequenzgang: 20 bis 15000 Hz ± 1 dB, Klirrfaktor b. 400 und 50 0 Hz ≤1%, Mikrofon- u. Tonabn.-Anschluß
5-14-1	14 W 4/8/16/ 250 Ω	6 SA 7, 6 SK 7, 6 SQ 7, 2×6 SL 7, 2×6 V 6, 5 U 4	530 bis 1620 kHz 6 bis 18 MHz ZF: 465 kHz	Einbausuper, Gegentaktendstufe, Mikrofon- u. Tonabn.-Anschluß, Klirrfaktor b. 400 u. 5000 Hz ≤ 4%, Tischgehäuse in Stahlblech
5-25-1	25 W 4/8/16/ 250 Ω	6 SA 7, 6 SK 7, 6 SQ 7, 2×6 SL 7, 2×6 L 6, 5 U 4	530 bis 1620 kHz 6 bis 18 MHz ZF: 465 kHz	Einbausuper, Gegentaktendstufe, Frequenzgang: 65 bis 10000 Hz ± 1 dB, Mikrofon- u. Tonabn.-Anschluß, Klirrfaktor b. 400 u. 5000 Hz ≤ 4%. Tischgehäuse in Stahlblech
3-50-2	50 W 8/125/ 500 Ω	6 SA 7, 6 SK 7, 6 SQ 7, 6 SL 7, 6 SN 7, 6 K 7, 6 F 6, 2×1625 (807), 2×5 U 4	530 bis 1620 kHz ZF: 465 kHz	Einbausuper, Gegentaktendstufe, Frequenzgang: 55 bis 10000 Hz ± 1 dB, Mikrofon- u. Tonabn.-Anschluß mit Überblendungsmöglichkeit, Klirrfaktor b. 400 u. 5000 Hz ≤ 4%, Tischgehäuse in Stahlblech
3-100-2 3-150-2	100 W 150 W 125/ 500 Ω	6 SA 7, 6 SK 7, 6 SQ 7, 6 SL 7, 6 SN 7, 6 K 7, 6 V 6, 4×1625 (807) 3×5 U 4 (+ 2×866 A 1×5 U 4 f. 150-W-Verst.)	530 bis 1620 kHz ZF: 465 kHz	Einbausuper, Gegentaktendstufe, Frequenzgang: 50 bis 9000 Hz ± 1 dB, Mikrofon- und Tonabn.-Anschluß mit Überblendungsmöglichkeit, Klirrfaktor bei 400 Hz u. voller Ausgangsleistung ≤ 5%. Zweiteiliges Tischgehäuse in Stahlblech
3-250-2	250 W 125/ 500 Ω	6 SA 7, 6 SK 7, 6 SQ 7, 3×6 SL 7, 2×6 V 6, 2×866, 1×5 U 4, 2×805	530 bis 1620 kHz ZF: 465 kHz	Einbausuper, Gegentaktendstufe, Frequenzgang: 70 bis 10000 Hz ± 1 dB, Mikrofon- u. Tonabn.-Anschluß mit Überblendungsmöglichkeit, Klirrfaktor b. 400 Hz u. voller Ausgangsleistung ≤ 5%. Dreiteiliges Standgehäuse in Stahlblech
3-500-4	500 W 125/ 500 Ω	6 SN 7, 2×807, 2×866, 2×810, 3×5 U 4	Ohne Rundfunkteil, dazu passender Vorverstärker mit Rundfunkteil Typ 3-3-3	Kraftverstärker hoher Leistung, Frequenzgang: 50 bis 8000 Hz ± 1 dB, Klirrfaktor bei 500 W Ausgangsleistung ≤ 5%. Standgehäuse in Stahlblech

Zum Anschluß an die Betriebs- oder Landfunkzentralen stehen verschiedene Lautsprechertypen zur Verfügung. Der 25-W-Lautsprecher Typ 225, dessen Sprechspule einen Widerstand von 16 Ω besitzt, wird von der Lieferfirma als Spezialtyp für Sprachübertragung bezeichnet. Für den gleichen Verwendungszweck wird der 10-W-Lautsprecher Typ 410 angeboten. Die Sprechspule hat einen Widerstand von 8 Ω. Während der 25-W-Lautsprecher ein Frequenzband von 100 bis 7000 Hz abstrahlt, ist der 10-W-Typ nur für 400 bis 7000 Hz bemessen. Für die Felderregung sind beide Lautsprecher mit kräftigen Alnico-Dauermagneten versehen.

Neben den vorgenannten Großlautsprechern werden auf dem chinesischen Markt noch zwei permanentdynamische Einbauchassis für 3 und 4 W angeboten. Bei einem Sprechspulenwiderstand beider Typen von 3,5 Ω strahlt das 3-W-Modell 100 bis 8000 Hz und das 4-W-Modell 50 bis 8000 Hz ab.

Kohlekörnermikrofone, Bändchenmikrofone (nach Telefunken- und RCA-Bauart), Einfach- und Mehrfachplattenspieler in Kofferbauweise vervollständigen das Fertigungsprogramm der elektroakustischen Geräte.

Die nur für 78 U/min bemessenen Plattenspieler sind mit Wechselstrommotoren für 110/220 V ausgestattet. Der Mehrfachplattenspieler für 10 bis 12 normale Schallplatten läßt jedoch noch keine Programmschaltung (Pause, Wiederholung usw.) zu.

Tonspeichergeräte gehören ebenfalls zum Fertigungsprogramm der chinesischen Industrie. Unter der Bezeichnung „Typ 81" wird ein Drahttongerät mit eingebautem dreistufigem Verstärker, Magischem Auge und Lautsprecher hergestellt. Die erforderlichen Stahldrähte werden zunächst noch aus dem kapitalistischen Ausland importiert. Das von der Schanghaier elektrotechnischen Industrie gebaute Magnettonbandgerät Typ 591 für 19,05 cm/s Bandgeschwindigkeit ist mit einem 4-W-Verstärker und Lautsprecher in einem ansprechenden Holzgehäuse untergebracht. Der Frequenzgang wird für 100 bis 5000 Hz mit ± 3 dB angegeben. Für die Aufnahmen werden hauptsächlich Bänder aus der Fertigung von Agfa Wolfen verwendet.

Nach sowjetischen Unterlagen baut die chinesische Industrie noch das Gerät TY-50-B. In einem mit kräftigen Handgriffen versehenen Stahlblechgehäuse sind untergebracht:

1. ein mit Miniaturröhren bestückter 8-Kreis-Super mit Magischem Auge für die Frequenzbereiche 550 bis 1600 kHz, 3,9 bis 7,6 MHz, 9,2 bis 12,1 MHz und 14,6 bis 18 MHz,
2. ein Einfachplattenspieler für 78 U/min,
3. ein Magnettonbandgerät und
4. ein 40-W-Verstärker, dessen Frequenzgang mit 80 bis 8000 Hz angegeben wird.

Mikrofon- und Drahtfunkanschlüsse sind ebenfalls vorgesehen.

Der Ausgangsübertrager des mit vier Oktalröhren 6 L 6 ausgestatteten Gegentaktverstärkers besitzt Ausgänge für 8/16/24/32/48 und 240 Ω, so daß Großlautsprecher verschiedener Typen angeschlossen werden können. Durch geeignete Umschalter und Regler können alle Betriebsmöglichkeiten dieses großen Gerätes voll ausgenutzt werden.

Die Berichterstattung wäre nicht vollständig, wenn man nicht auch das große Angebot an Rundfunkeinzelteilen, wie Widerstände, Kondensatoren, Spulensätze, Wellenschalter und Röhren, erwähnen würde. An Widerständen werden meist Fabrikate aus der Deutschen Demokratischen Republik angeboten. Papierkondensatoren und Glimmerkondensatoren in den verschiedensten Ausführungen fertigt die Volksrepublik China schon selbst. Besonders reichhaltig ist die Auswahl an Röhren, wobei die Oktaltypen amerikanischer, ungarischer und chinesischer Fertigung überwiegen. Miniaturröhren werden in erster Linie aus Japan importiert.

Für den Exporteur von Rundfunkgeräten und elektroakustischen Anlagen nach dem fernen Osten dürfte interessant sein, daß in den chinesischen Bedienungsanweisungen ausführlich über den Antennenbau, die Reparatur und die Pflege der Geräte gesprochen wird. In Anbetracht der Temperaturen bis 45° C, die besonders in Südchina in den Sommermonaten auftreten, und der Luftfeuchtigkeit, die bis zu 95% betragen kann, ist bei der Konstruktion tropenfester Rundfunkgeräte besonders auf einen guten Oberflächenschutz zu achten.

Der elektronische Zerhacker

Eine interessante Anwendungsmöglichkeit der sogenannten Schalttransistoren (zum Beispiel 2 NC-010 vom VEB Werk für Bauelemente „Carl von Ossietzky" Teltow, OC 76 von Valvo, OC 604 von Telefunken) ist der Aufbau eines Gleichspannungswandlers für kleinere Leistungen zusammen mit zwei Germaniumdioden (zum Beispiel OA 682 vom WBN Carl v. Ossietzky). Die Vorteile gegenüber mechanischen Zerhackern sind geringer Eigenverbrauch, höhere Betriebssicherheit, längere Lebensdauer und ein verhältnismäßig schmales Störspektrum. Wegen des geringen Raumbedarfs lassen sich elektronische Zerhacker vorteilhaft in Isolationsprüfern und ähnlichen Meßgeräten einbauen.

Der Zerhacker besteht aus einer Schwingschaltung zur Erzeugung einer Wechselspannung höherer Frequenz, einem Transformator zum Aufwärtstransformieren der Wechselspannung und aus einem Gleichrichterteil. Die Wahl einer höheren Frequenz von einigen kHz ist aus dem Grunde empfehlenswert, weil dann mit einem kleinen Transformator und nur kleinen Kapazitätswerten für die Siebung der hohen Gleichspannung auszukommen ist.

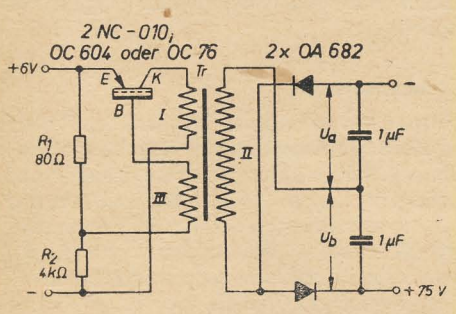


Bild 1: Schaltung des Gleichspannungswandlers

Das im folgenden beschriebene Gerät eignet sich zum Umwandeln einer Batteriespannung von 6 V (Stromentnahme etwa 45 mA) in eine Gleichspannung von 75 V bei einem Belastungsstrom von 2,5 mA; das entspricht einem Wirkungsgrad von etwa 70%. Bild 1 zeigt die Schaltung des Zerhackers, Bild 2 die Kurvenform der an der Transformatorprimärwicklung vorhandenen Spannung. Durch sehr feste Rückkopplung erreicht man einen fast rechteckigen Spannungsverlauf. Die Stromflußzeiten t_f sollen möglichst größer sein als die Sperrzeiten t_s; die beiden Gleichrichterdioden liefern in diesem Fall zwar ungleiche Spannungen, denn es verhält sich $U_a : U_b = t_s : t_f$,

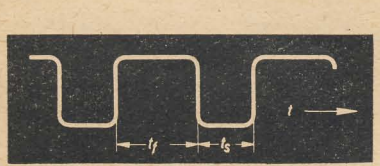


Bild 2: Spannungsverlauf an der Transformatorprimärwicklung

aber trotz dieser Spannungsunterschiede sind die maximalen Sperrspannungen für beide Diodenstrecken gleich. Die Primärwicklung I mit 290 Windungen 0,22 CuL wird zweckmäßig unterteilt auf den Kern E/I 30 mit 0,1 mm Luftspalt aufgebracht. Man wickelt innen 145 Windungen auf den Kern, darauf die Sekundärwicklung, auf diese die zweite Hälfte der Primärwicklung (145 Windungen) und zum Schluß die Rückkopplungswicklung III. Die beiden Hälften der Primärwicklung mit je 145 Windungen werden parallelgeschaltet. Für eine sekundäre Gleichspannung von 75 V erhält die Sekundärwicklung II 730 Windungen 0,13 CuL; die Rückkopplungswicklung besteht aus 25 Windungen 0,22 CuL. Das Übersetzungsverhältnis zwischen Primär- und Sekundärwicklung beträgt 145 : 730 = 1 : 5; wegen der verzerrten Kurvenform der Primärspannung und der Spannungsverdopplerschaltung im Gleichrichterteil erzielt man an den Ausgangsklemmen etwa 75 V Gleichspannung. Mit dem 80-Ω-Widerstand R_1 läßt sich die erzeugte Wechselspannung und damit die Leistungsaufnahme einstellen. Man kann dafür auch ein 100-Ω-Potentiometer verwenden und dieses so einstellen, daß ein Primärstrom von etwa 45 mA fließt. Der 4-kΩ-Widerstand R_2 hat die Aufgabe, das Anschwingen des Transistors sicherzustellen. Dieser Widerstand hat dann den richtigen Wert, wenn der Kollektorstrom (je nach verwendetem Typ) bei kurzgeschlossenem Ausgang des Zerhackers zwischen 2 und 5 mA beträgt. *-ger*

Transistoren in Fernsprechanlagen

In kleineren Nebenstellenanlagen war es bisher üblich, für die Zeichengabe einen 50-Hz-Ton zu verwenden. Demgegenüber wird bei größeren Anlagen und im öffentlichen Netz die Signalgabe mit der dem Ohr angenehmeren Signalfrequenz von 450 Hz vorgenommen, was jedoch den Einsatz eines verhältnismäßig teuren Generators erfordert. Für kleine Nebenstellenanlagen hat TEKADE jetzt einen mit dem Transistor GFT 20 bestückten Generator entwickelt, der ohne großen zusätzlichen Aufwand die gewünschte 450-Hz-Frequenz erzeugt. Die Stromversorgung erfolgt aus dem 24-V-Netzteil bzw. der 24-V-Batterie der Nebenstellenanlage. Vom Generator wird eine Spannung von 1,5 V an 200 Ω abgegeben, die zur gleichzeitigen Versorgung von vier Nebenstellen ausreicht.

Nachdem in Westdeutschland die Landesfernwahl im Fernsprechbetrieb eingeführt wurde, entfällt der bisher notwendige Quittungszettel der Fernamtes für angemeldete Ferngespräche. Mit Hilfe des von TEKADE entwickelten Gebührenanzeigers kann der Teilnehmer die Gebühreneinheiten an einem Zählwerk, das sich neben seinem Fernsprecher befindet, direkt ablesen. Damit wird bei der neuen Zähltechnik das Fälligwerden jeder Gebühreneinheit noch während des Gespräches angezeigt. Die in den letzten Jahren entwickelten verschiedenen Gebührenanzeiger wurden auf die Anschlußleitungen der Teilnehmer abgestimmt, so daß heute ein Gebührenanzeiger für Kabelleitungen und ein anderer für Freileitungen zur Verfügung steht. Teilnehmer, deren Fernsprecher besonders lange Anschlußleitungen haben, erhalten einen Gebührenanzeiger mit eingebautem Transistorverstärker, der den sicheren Empfang der Zählimpulse bis zu einer Entfernung von 15 km gestattet. Auch für die oben erwähnten Nebenstellenanlagen sind entsprechende Zählzusätze entwickelt worden.

Für die Überwachung und zur Fehlersuche an den 16-kHz-Gebührenanzeigern und sonstigen Fernsprecheinrichtungen im Amt, auf der Strecke und beim Teilnehmer wurde ein Pegelprüfgerät entwickelt, das Pegelmessungen innerhalb eines Meßbereiches von −2 bis +3,5 N ohne Umschaltung ermöglicht. Die Messungen an den Gebührenanzeigern sind in der Regel selektiv durchzuführen, damit Störimpulse oder Sprachfrequenzen das Meßergebnis nicht fälschen. Ein zweiter Meßbereich erlaubt Pegelmessungen für Frequenzen von 0,3 bis 200 kHz, so daß Pegelmessungen im Sprachfrequenzbereich, das heißt für 800 Hz, und für die Tonwahleinrichtung (3000 Hz) möglich sind. Der Eingangswiderstand des Gerätes ist größer als 5 kΩ, er kann zum direkten Abschluß von Leitungen und anderen Meßobjekten, insbesondere Frequenzweichen, auf 200 bzw. 600 Ω herabgesetzt werden. Die eingebaute Wählscheibe dient zum Anwählen von Prüfnummern, wobei durch Drücken der Taste „T 12" und bei Wahl der Ziffer „0" 12 Impulse ausgesendet werden, die in der Amtsschaltung einen längeren 12-kHz-Prüfimpuls auslösen. Besonderer Wert wurde auf eine gute Temperaturkompensation gelegt, damit das Prüfgerät auch im Freien und in kalten Räumen einsatzfähig ist. Die Pegeltoleranzen sind innerhalb eines Temperaturbereiches von 0 bis 30° C kleiner als ±0,2 N. Das Prüfgerät benötigt keine Stromversorgung und ist daher auch für Messungen auf der Strecke verwendbar.

Von den drei Skalen des Meßinstrumentes ist nur die obere in N geeicht. Die mittlere und die untere Skala sind in mW geeicht, wobei die mittlere Skala auf einen Widerstand von 200 Ω (Wellenwiderstand der Kabelleitungen bei 16 kHz) und die untere auf 600 Ω (Wellenwiderstand der Freileitungen und der Kabel im Tonfrequenzbereich) bezogen ist. Auf den Skalen sind die Pegelbereiche, in welchen die verschiedenen Gebührenanzeiger einwandfrei arbeiten, farbig markiert.

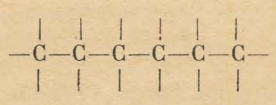
Dr. WERNER TIEDEMANN

Plaste oder organische Kunststoffe als Isolierstoffe der Elektrotechnik 1. Teil

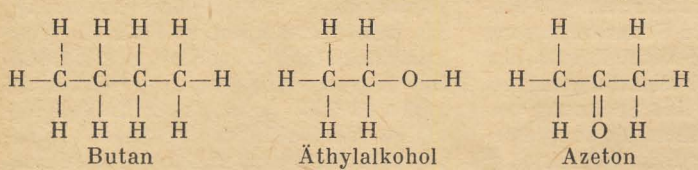
Die organischen Kunststoffe oder Plaste finden nicht nur für viele Dinge des täglichen Lebens Verwendung, sondern sind auch unentbehrliche Werkstoffe für die Technik, insbesondere für die Elektrotechnik geworden. Da das Wort „Kunststoff" mit dem Begriff „Ersatzstoff" verwechselt werden könnte, nennt man sie heute Plaste; denn diese in den letzten Jahrzehnten entwickelten Stoffe sind hochwertige Werkstoffe mit neuen technischen Eigenschaften. Jedoch nur ein werkstoffgerechter Einsatz und eine ihren Eigenschaften entsprechende Verarbeitung führt zu einem technischen Erfolg. Andererseits ist die Entwicklung der Plaste in letzter Zeit so stürmisch vorwärtsgeschritten, daß es dem in der Praxis stehenden Ingenieur oder Techniker schwer wird, der Entwicklung zu folgen. Im folgenden sollen daher einige Zusammenhänge zwischen Aufbau, Eigenschaften usw. vermittelt bzw. einige wichtige Vertreter näher behandelt werden.

1. Allgemeines über den Aufbau

Die Plaste sind Kohlenstoffverbindungen, die bekanntlich in der organischen Chemie behandelt werden. Ein Kohlenstoffatom wird mit dem Buchstaben C bezeichnet. Es besitzt vier Bindungskrafteinheiten gegenüber anderen Atomen — Wertigkeiten genannt —, die gewöhnlich durch Striche dargestellt werden. Man sagt, das C-Atom ist vierwertig. Eine Besonderheit der C-Atome besteht darin, daß sie sich untereinander zu kürzeren oder längeren Ketten und Ringsystemen verbinden können, zum Beispiel:



Jedes C-Atom muß also vier Striche erhalten. Diese Wertigkeiten müssen immer abgesättigt sein. An die freien Wertigkeiten einer C-Kette sind vor allem einwertige Wasserstoffatome mit dem Zeichen H, ferner noch zweiwertige Sauerstoffatome mit dem Zeichen O und gelegentlich noch dreiwertige Stickstoffatome mit dem Zeichen N, einwertige Chloratome mit dem Zeichen Cl und andere Atome gebunden, zum Beispiel



Butan — Äthylalkohol — Azeton

Eine andere Schreibweise für diese drei Formeln ist:
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$ $CH_3—CH_2—OH$ $CH_3—CO—CH_3$
Ein Zuckermolekül mit der Summenformel $C_{12}H_{22}O_{11}$ besitzt 12 C-Atome, manche Fettmoleküle 57 C-Atome usw. Im Gegensatz zu all den vielen Stoffen der organischen Chemie besitzen die Moleküle der Plaste jedoch Tausende von C-Atomen. Es sind „Großmoleküle" oder „Makromoleküle", wie sie in der Natur bei der Zellulose, dem Kautschuk, den Eiweißstoffen, zu denen zum Beispiel Horn, Seide, Wolle usw. gehören, vorkommen. Daher gelang es zunächst, diese von der Natur gelieferten Großmoleküle so zu verändern, daß Plaste entstanden. So bekam man durch Behandeln der Zellulose mit Salpetersäure das Zelluloid, durch Vulkanisation des Kautschuks den Gummi, durch Behandeln des Eiweißstoffes der Milch mit Formaldehyd das Galalith. Später gelang es dem Chemiker, aus vielen kleinen Grundmolekülen bestimmter Stoffe Makromoleküle mit besonderen Eigenschaften synthetisch aufzubauen. Der Stoff, dessen Moleküle gewissermaßen die Kettenglieder darstellen, die miteinander zu einer Riesenkette verbunden werden, wird das Monomere genannt (griechisch monos = 1, meros = Teil). Natürlich müssen durch geeignete Reaktionsbedingungen — vor allem durch das Verwenden bestimmter Kontaktstoffe oder „Katalysatoren" — die erforderlichen Bindekräfte (Wertigkeiten) frei gemacht werden, wie später noch an einem Beispiel gezeigt werden soll. Diesen Aufbau eines Großmoleküls durch einfaches Verbinden vieler kleiner Grundmoleküle zu einer langen Kette nennt man Polymerisation und das entstandene Großmolekül ein Polymerisat (poly = viel). Die Anzahl der Kettenglieder (Grundmoleküle des verwendeten Monomeren) nennt man den Polymerisationsgrad. Ohne Anwendung von chemischen Formeln könnte man ein aus vielen Grundmolekülen aufgebautes ketten- oder fadenförmiges Großmolekül nach Bild 1 schematisch darstellen. Können die für das Verbinden der Grundmoleküle erforderlichen freien Wertigkeiten nur durch Abspalten von Wasser oder anderen flüchtigen Stoffen erhalten werden, so spricht man von einer Polykondensation.

Bild 1: Kettenförmiges Großmolekül

2. Einfluß der Gestalt der Großmoleküle auf die Eigenschaften

Der Gestalt nach kann man drei verschiedene Typen von Großmolekülen unterscheiden:

2.1 Die Faden- oder Kettenmoleküle

Ein einzelnes aus Tausenden von Atomen bestehendes Fadenmolekül ist kein starrer Stab, sondern knäuelartig gestaltet, wie Bild 2 veranschaulichen soll. Es vollführt Drehbewegungen und schwingt in seinen Gliedern hin und her, und zwar um so stärker, je höher die Temperatur liegt (Wärme ist Molekularbewegung). Bei einem festen Plast, wie zum Beispiel dem Vinidur, liegen gewöhnlich die vielen Fadenmoleküle wirr durcheinander wie die Fäden in einem Wattebausch. Durch besondere Anziehungskräfte (allgemein Kohäsion genannt) halten sich die Moleküle an den Stellen der innigen Berührung gegenseitig fest und bewirken dadurch die Festigkeit des Plastes. Steigert man die Temperatur, so werden die Schwingungen und die Beweglichkeit der Fadenmoleküle immer größer, bis schließlich eine Erweichung beginnt (zum Beispiel bei Vinidur ab 70°). Von einer bestimmten Temperatur ab werden die Plaste so weich, daß sie leicht verformt werden können (zum Beispiel bei Vinidur ab 130°). Plaste, die aus Faden- oder Kettenmolekülen bestehen, sind thermoplastisch, das heißt in der Wärme bei genügend hoher Temperatur beliebig oft verformbar. Sind die Großmoleküle nicht zu lang, so ist der Plast auch schmelzbar und kann nach dem Spritzgußverfahren verarbeitet werden. Überschreitet man eine bestimmte Temperatur, dann treten Zersetzungserscheinungen auf, und der Plast verkohlt schließlich.

Bild 2: Knäuelartige Gestalt des Fadenmoleküls

2.2 Moleküle mit Verzweigungen

Haben die Grundmoleküle des Monomeren nur zwei reaktionsfähige Stellen, so ist nur eine kettenartige Aneinanderbindung möglich. Besitzen sie jedoch drei reaktionsfähige Stellen, so können die entstehenden Großmoleküle auch Seitenketten (Verzweigungen) erhalten, wie Bild 3b schematisch darstellt.

Je mehr Seitenketten vorhanden sind, um so stärker wird natürlich die Wärmebewegung der Großmoleküle behindert. Die Plaste sind nicht mehr schmelzbar, sie werden eventuell in der

Wärme nur noch teigig, bzw. die thermoplastische Verarbeitung wird schwieriger. In Lösungsmitteln sind sie nicht mehr löslich, eventuell nur noch quellbar (also zur Lackherstellung ungeeignet).

2.3 Vernetzte Großmoleküle

Sind genügend Grundmoleküle mit drei reaktionsfähigen Stellen vorhanden, so können mit fortschreitender Molekülvergrößerung auch die entstandenen Seitenketten wieder neue Seitenketten entstehen lassen, die sich dann untereinander zu netzartigen Gebilden vereinigen, wie Bild 4 schematisch darstellt. In Wirklichkeit besteht die Vernetzung nicht nur in der Papierebene, sondern ist räumlich ausgedehnt. Stark vernetzte Großmoleküle können sich in der Wärme nicht mehr bewegen, das heißt, der Plast wird in der Wärme nicht mehr weich. Er ist völlig unlöslich, er ist ausgehärtet. Eine Formänderung ist in solchem Falle nur noch spanabhebend durch Drehen, Sägen, Bohren usw. möglich. Aushärtbare Plaste heißen Duroplaste. Ihre Formgebung muß vor der Aushärtung in einem noch plastischen Stadium erfolgen. Hauptvertreter dieser Gruppe sind die Phenolharze, die Didipreßmassen und die Melaminharze. Sie werden vom chemischen Werk als „Preßmasse" geliefert. Das chemische Werk hat den Aufbau zu Großmolekülen nur soweit fortschreiten lassen, daß höchstens Fadenmoleküle mit Verzweigungen vorliegen. In der Presserei wird die Preßmasse in Form von Pulver oder Tabletten durch Erwärmen zunächst teigig, so daß durch den Druckstempel die Form ausgefüllt wird. Durch weiteres Ansteigen der Temperatur schreitet dann unter hohem Druck die Polykondensation weiter fort, bis alle reaktionsfähigen Stellen abgesättigt sind, und eine völlige Vernetzung der Großmoleküle stattgefunden hat. Dann wird die Presse geöffnet, und der ausgehärtete fertige Gegenstand kann noch heiß entnommen werden.

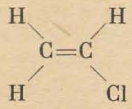
Zusammenfassung

Thermoplaste sind in der Wärme beliebig oft verformbar (Fadenmoleküle oder Moleküle mit Verzweigungen). In manchen Fällen sind sie schmelzbar und als Spritzgußmasse geeignet. Duroplaste sind aushärtbar und nach der Aushärtung nicht mehr löslich oder plastisch verformbar (vernetzte Großmoleküle).

3. Die Herstellung des Vinidurs als einfaches Beispiel für eine Synthese

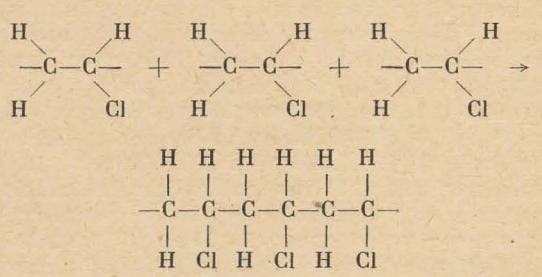
Für einen Nichtchemiker ist es natürlich sehr schwer, den synthetischen Aufbau eines Großmoleküls zu verstehen. An dem verhältnismäßig einfachen Beispiel der Synthese des Vinidurs soll im folgenden gezeigt werden, wie aus einfachen Grundmolekülen ein Großmolekül aufgebaut wird: Zunächst stellt man aus Kalk und Kohle im Elektroofen Kalziumkarbid her, das durch Einwirkung von Wasser bekanntlich das Gas Azetylen entstehen läßt mit der chemischen Formel H—C≡C—H. Ein Azetylenmolekül besteht also aus zwei Kohlenstoffatomen und zwei Wasserstoffatomen. Die dreifache Bindung zwischen den beiden C-Atomen stellt einen gewissen Zwangszustand dar und ist daher sehr reaktionsfähig. Azetylen ist daher heute der Ausgangsstoff für die Herstellung vieler wichtiger Stoffe. So kann man zum Beispiel mit Hilfe besonderer Kontaktstoffe (Katalysatoren, Reaktionsbeschleuniger) zunächst die eine der drei Bindungen aufspalten und an die dadurch frei werdenden Wertigkeiten ein Salzsäuremolekül anlagern:

$$H-C\equiv C-H \rightarrow \underset{\text{Aufspaltung}}{H-C=C-H} \rightarrow \underset{\text{Azetylen}}{H-C=C-H} + \underset{\text{Salzsäure}}{HCl} \rightarrow$$



Vinylchlorid

Der neu entstandene Stoff ist ein Gas mit dem Namen Vinylchlorid und hat, wie die Formel zeigt, noch eine „Doppelbindung" zwischen den zwei C-Atomen, die ebenfalls sehr reaktionsfähig und aufspaltbar ist. Diese Aufspaltung kann bei geeigneten Versuchsbedingungen wieder mit Hilfe bestimmter Kontaktstoffe bewirkt werden. Das Gas Vinylchlorid wird zunächst verflüssigt und in Wasser mit Hilfe eines Emulgators (seifenähnlicher Stoff) zu einer milchartigen Emulsion verarbeitet, das heißt in feine Tröpfchen zerteilt, die in dem Wasser schweben bleiben. In dieser Emulsion findet nun die Polymerisation statt, indem man allmählich die Temperatur bis auf etwa 60° steigert. Zunächst werden bei einzelnen Molekülen die Doppelbindungen aufgespalten, wodurch freie Wertigkeiten entstehen, und Vinylchloridmoleküle sich untereinander verbinden können, wie das folgende Schema veranschaulicht:



Bei dem Aufspalten der Doppelbindungen durch den Kontaktstoff wird Energie frei, die wiederum neue Moleküle zur Aufspaltung ihrer Doppelbindung veranlaßt, so daß diese sich ebenfalls anhängen können. Auf diese Weise werden allmählich immer mehr Vinylchloridmoleküle als Kettenglieder angehängt. Das neue „Polyvinylchloridmolekül" wächst. Durch bestimmte beigemischte „Reglersubstanzen" wird schließlich die am Ende der Kette immer frei bleibende Wertigkeit durch eine Atomgruppe abgesättigt. Die Kette kann dann nicht mehr weiterwachsen. Der „Kettenabbruch" ist herbeigeführt. Ist die Polymerisation beendet, so wird das Ganze zu einem Pulver getrocknet. Die Erforschung der Versuchsbedingungen für diese sehr einfach erscheinende Polymerisation hat die Chemiker viele Jahre beschäftigt (1928 bis 1937 in Bitterfeld). Das wichtigste war immer, geeignete Kontaktstoffe aufzufinden. In vielen Fällen ist der Weg für die Herstellung eines Grundstoffes zum Aufbau eines Großmoleküls nicht so einfach wie bei den angeführten Beispielen. So muß man zum Beispiel für die Herstellung von Buna folgende Stoffumwandlungen vornehmen:

Azetylen → Azetaldehyd → Aldol → Butylenglykol → Butadien → durch Polymerisation Buna

Bild 3: a) Grundmoleküle mit zwei und drei reaktionsfähigen Stellen, b) Schema eines Großmoleküls mit Seitenketten

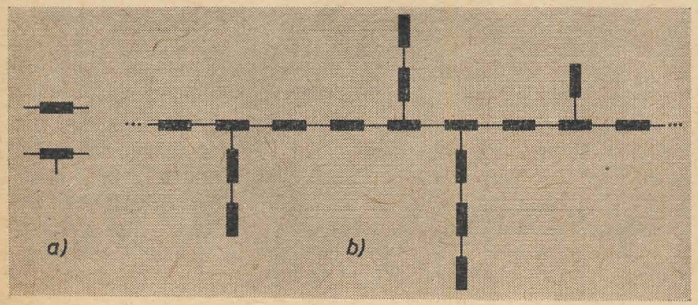
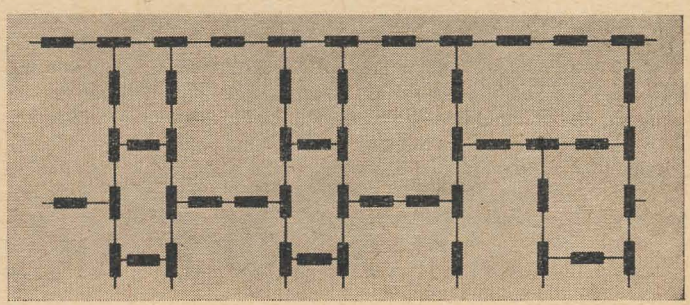


Bild 4: Vernetztes Großmolekül schematisch dargestellt



Im folgenden sollen nun die wichtigsten Plaste mit ihren Eigenschaften näher besprochen werden, wobei gleichzeitig auf einige Besonderheiten hingewiesen werden soll, die aus dem inneren Aufbau abgeleitet werden können.

4. Polyvinylchlorid

4.1 PVC-hart (Handelsnamen: Vinidur, Ekadur, Decelit H)

Polyvinylchlorid — abgekürzt PVC — ist, wie schon erwähnt, nach der Polymerisation ein weißes Pulver, das bei etwa 160° durch Druck zwischen Walzen zunächst zu einem Fell und dann zu Folien, Platten oder durch Strangpressen zu Röhren und Stäben verarbeitet wird.

Jeder Plast hat spezielle Eigenschaften, die ihn für bestimmte technische Verwendungen als besonders geeignet erscheinen lassen. So zeichnet sich PVC-hart neben vorzüglichen mechanischen Festigkeits- und elektrischen Isoliereigenschaften durch eine hohe chemische Beständigkeit aus. Es ist beständig gegen fast alle Säuren, zum Beispiel gegen konzentrierte oder verdünnte Salzsäure, fünfzigprozentige Schwefelsäure, Natronlauge, Benzin, Alkohol, Ozon usw. Es kann also für Akkumulatorenkästen, Säureleitungen, galvanische Anlagen usw. verwendet werden. Es quillt bzw. löst sich in chlorierten Kohlenwasserstoffen (mit Ausnahme von Tetrachlorkohlenstoff), Benzol, Azeton und Estern (bestimmte Lacklösungsmittel). Da es etwa 55% Chlor enthält, ist es nicht entflammbar. Es brennt also nur, solange man es in eine Gasflamme hält. Es ist alterungsbeständig, geruchlos, kann in allen Farben eingefärbt und unter bestimmten Voraussetzungen bei der Herstellung auch glasklar gehalten werden. Dieses glasklare Produkt ist unter dem Namen „Ekalon" erhältlich und dient für Schutzscheiben, Schweißerbrillen, Lehren, Zeichengeräte usw. Die Zugfestigkeit für PVC-hart beträgt 500 bis 600 kp/cm², die Schlagzähigkeit über 130 cmkp/cm², die Wichte 1,4 p/cm³, die Wärmeformbeständigkeit nach Martens etwa 70°. Die letztere Zahl gibt an, bei welcher Temperatur die ersten Anzeichen des Erweichens unter der Einwirkung einer Biegespannung von 50 kp/cm² nach einem genormten Meßverfahren zu beobachten sind. Wird also PVC-hart oberhalb 70° erwärmt, so beginnt es zu erweichen. Die eigentliche thermoplastische Verformung durch Biegen usw. findet bei 130 bis 160° statt. Ein zu langes Verweilen bei der Verformungstemperatur oder eine zu hohe Arbeitstemperatur bewirkt Zersetzungserscheinungen unter Abspaltung von Salzsäuredämpfen. Es handelt sich um eine „elastische" Verformung. Die normalerweise knäuelartig zusammengezogenen Großmoleküle werden bei der Verformung mehr oder weniger gestreckt bzw. gegeneinander verschoben, wodurch ein Spannungszustand entsteht, der durch schnelles Abkühlen zum „Einfrieren" gebracht wird. Erwärmt man das verformte Teil wieder auf oberhalb des Einfrierpunktes, so findet bei genügend hoher Temperatur eine Rückfederung statt, das heißt, der Körper nimmt wieder seine ursprüngliche Gestalt an. Daher können sich zum Beispiel durch unsachgemäßes Auftauen einer eingefrorenen Vinidurwasserleitung die inneren Spannungen auslösen und Rißbildung zur Folge haben. PVC-hart kann im Luftstrom bei 200° geschweißt werden. Hierbei bildet sich keine flüssige Schmelze, sondern die PVC-Schweißdrähte und die Umgebung der Schweißstelle nehmen einen teigigen Zustand an. Andererseits wird PVC-hart unterhalb 0° spröder und muß daher bei tiefen Temperaturen wie Glas behandelt werden.

Die elektrischen Isoliereigenschaften eines Plastes sind vor allem von der Wasseraufnahmefähigkeit abhängig. Abgesehen von bestimmten Ausnahmen besitzen die organischen Plaste eine mehr oder weniger starke Fähigkeit, aus der Luft Feuchtigkeit aufzunehmen. Stoffe mit hoher Wasseraufnahmefähigkeit, wie Zellophan, Zellon oder Vulkanfiber, kommen natürlich als Isolierstoff nicht in Frage. PVC-hart zeichnet sich durch eine sehr geringe Wasseraufnahmefähigkeit aus und ist daher ein guter Isolierstoff. Hinzu kommt noch die Nichtentflammbarkeit. Zu beachten ist nur, daß es oberhalb 70° weich zu werden beginnt. In der Hochfrequenztechnik interessiert noch das dielektrische Verhalten eines Isolierstoffes, das heißt das Verhalten im elektrischen Felde, zum Beispiel zwischen den Platten eines geladenen Kondensators. Hierfür ist der innere Aufbau der Großmoleküle entscheidend. Bekanntlich besteht ein Atom aus einem positiv geladenen Kern, um den negative Elektronen kreisen. Wollen sich nun zwei Atome miteinander verbinden, so kann dies auf verschiedene Weise geschehen. Uns interessiert hier nur die chemische Verbindung zweier Nichtmetallatome, zum Beispiel eines C-Atoms mit H-, O- oder Cl-Atomen. Jedes dieser Atomarten gibt nun ein Elektron zu einem „Elektronenpaar" ab, das gemeinsam um beide Atomkerne kreist und dadurch die Atome miteinander verbindet. Die Anzahl solcher Elektronenpaare richtet sich nach der Wertigkeit. Hierbei kann es vorkommen, daß die eine Atomart eine größere Fähigkeit besitzt, Elektronen zu binden als die andere Atomart. In solchen Fällen werden dann die gemeinsamen Elektronenpaare mehr nach dem einen Atom herübergezogen, so daß die Schwerpunkte der positiven und negativen Kräftefelder nicht mehr zusammenfallen. Man sagt, der Abstand der beiden Schwerpunkte bildet einen „Dipol", die Atomgruppe hat einen „polaren Charakter". Sie erscheint nach außen hin mehr oder weniger negativ oder positiv elektrisch geladen. In einem elektrischen Felde werden natürlich die polaren Atomgruppen nach der elektrisch entgegengesetzten Richtung angezogen. In einem Wechselfelde, wo die Stromrichtung dauernd hin und her schwankt, werden die polaren Atomgruppen in Schwingungen versetzt. Da diese Schwingungen nicht trägheitslos sind und auch innere Reibung zu überwinden ist, wird ein Teil der elektrischen Energie von einem Dielektrikum, das viele polare Atomgruppen in seinen Großmolekülen besitzt, absorbiert und in Wärme verwandelt. Infolge dieser Verluste bilden der Spannungs- und Stromvektor nicht mehr einen Winkel von 90° ($^1/_4$ Periode), sondern es tritt eine Phasenverschiebung um den Winkel δ auf, der als Maß für die Verluste genommen wird. Gewöhnlich gibt man nicht den Winkel selbst, sondern tan δ[1]) als dielektrischen Verlustfaktor an. Er ist frequenz- und eventuell auch temperaturabhängig. In der Hochfrequenztechnik wünscht man wegen der Dämpfung von Schwingungskreisen einen möglichst kleinen tan δ. Da nun die Großmoleküle des PVC (Vinidur) sehr viele negativ polare Cl-Atome besitzen, ist für diesen Plast tan δ ziemlich hoch, nämlich bei 800 Hz und 20° C etwa 0,018. PVC ist daher als Dielektrikum in der Hochfrequenztechnik nicht geeignet. Die Dielektrizitätskonstante ist bei 800 Hz 3,5.

4.2 PVC-weich (Handelsnamen: Igelit, Ekalit, Decelit W)

Verknetet man PVC mit bestimmten Stoffen, sogenannten Weichmachern, so wird das harte, starre PVC in einen gummiartig biegsamen Zustand übergeführt. Je nach dem Verwendungszweck kann man die verschiedensten Weichheitsgrade herstellen. Dieser Werkstoff ist für Schläuche, Schuhsohlen, Fußbodenbelag, Kunstleder, Tischdecken usw. hinreichend bekannt. Er dient auch zum Isolieren elektrischer Leitungen und für Kabelmäntel. Für Isolierzwecke wird man natürlich nur bestimmte Weichmacher wählen, die die elektrischen Eigenschaften nicht wesentlich verschlechtern; denn die Wasseraufnahmefähigkeit wird erhöht und ist von der Art und Menge des Weichmachers abhängig. Auch die Einfriertemperatur, das heißt die Temperatur, bei der Igelit hart zu werden beginnt, ist stark vom gewählten Weichmacher abhängig. Da bei einem höheren dielektrischen Verlustfaktor tan δ im Wechselfeld eine Erwärmung stattfindet, wie oben dargelegt wurde, kann man Igelitfolien durch Hochfrequenzschweißung miteinander verbinden. Die Folien müssen jedoch mindestens eine Dicke von 0,15 mm haben (eine praktische Anwendung der dielektrischen Verluste). Für die Kabelherstellung wählt man bestimmte PVC-Marken.

4.3 Nachchloriertes PVC

Wird auf geeignete Weise PVC mit Chlor nachbehandelt, so kann der Cl-Gehalt bis auf 67% erhöht werden. Das nachchlorierte Produkt ist leichter löslich, dient daher als Lackrohstoff, für Gießfolien, als Klebemittel und kann zu einer Faser versponnen werden. Diese Faser wird in der Wärme einem Reckprozeß unterworfen. Sie ist unter dem Namen „PeCe-Faser" als erste vollsynthetische Faser 1937 in Deutschland bekannt geworden. Sie ist nicht entflammbar, säurefest, fäulnisbeständig und hat gute elektrische Isoliereigenschaften. Sie dient für säurefeste Schutzkleidung, Filtertücher, Planen, Schiffstaue usw. und neuerdings für die Vylan-Unterwäsche. Sie darf jedoch nicht über 70° erwärmt werden, da sie sonst zu einer Borste zusammenschrumpfen würde.

[1]) Vergleiche RADIO UND FERNSEHEN Nr. 3 (1956) S. 78 „Neue mathematische Zeichen"

HORST STEUBE

Endverstärker mit Schirmgittergegenkopplung

Die in der Ela-Technik zum Standard gewordene Gegentaktendstufe setzt sich auch bei Rundfunkempfängern der Spitzenklasse mehr und mehr durch. Diese Entwicklung begann bereits in den Jahren vor 1939, allerdings glaubte man damals, Verstärker mit den gewünschten Eigenschaften nur mit Trioden aufbauen zu können. Das geht aus der ausschließlichen Verwendung der AD 1 hervor, die besonders für diese Zwecke geschaffen wurde.

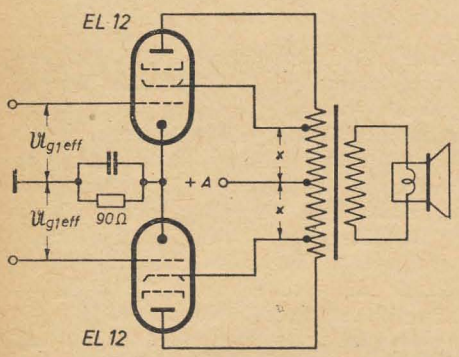


Bild 1: Gegentaktendstufe mit zwei Röhren EL 12 und Schirmgittergegenkopplung

In den letzten Jahren hat sich nun auch in den Gegentaktendstufen mehr und mehr die Pentode durchgesetzt und behauptet fast ausschließlich das Feld. In den Bestrebungen, die günstigen Eigenschaften der Pentode (große Verstärkung) mit denen der Triode (kleiner Innenwiderstand, niedriger Klirrfaktor) zu verbinden, wird die Schirmgittergegenkopplung angewendet. Die erreichten Ergebnisse sind so gut, daß für eine solche Anordnung der Begriff „Ultralinearschaltung“[1]) geprägt wurde. Ihre Vorzüge werden durch einen Vergleich mit einer Triodengegentaktendstufe augenscheinlich, deren Nachteil vorwiegend in dem hohen Bedarf an Steuerspannung liegt. So benötigt die AD 1 als A-Verstärker eine Spannung von $2 \times 40\ V_{eff}$ am Gitter, die sich jedoch auf wirtschaftliche Art und bei kleinem Klirrfaktor mit einer Röhrenschaltung in RC-Kopplung nicht erreichen läßt. Das führte zur Anwendung des für Triodenschaltungen typischen Gegentakteingangsübertragers, der neben der Phasenumkehr eine Transformation der von der Vorröhre abgegebenen Steuerspannung erlaubte. Abgesehen von den hohen Ansprüchen, die im Interesse größter Verzerrungsfreiheit an diesen Übertrager zu stellen sind, ist auch die Wahl des Übersetzungsverhältnisses keineswegs beliebig groß. Auch bei Einstellung nach Klasse A (kein Gitterstrom) erfolgt die Steuerung durchaus nicht leistungslos, was im wesentlichen durch die endliche primäre Selbstinduktion L, die den Außenwiderstand der Vorröhre bei den tiefen Frequenzen ($|\mathfrak{R}_a| \cong \omega L$) bildet, und durch die von der Sekundärseite transformierte Kapazität C (Summe aus der dynamischen Eingangskapazität der Endröhren, der Schaltkapazität und der Eigenkapazität des Übertragers) als bestimmender Außenwiderstand bei den hohen Frequenzen $\left(|\mathfrak{R}_a| = \frac{1}{\ddot{u}^2\,\omega\,C}\right)$ bedingt ist.

Ohne hier auf die näheren Zusammenhänge einzugehen, leuchtet ohne weiteres ein, daß einerseits eine hohe Windungszahl (große Selbstinduktion), andererseits aber wenig Windungen (geringe Eigenkapazität) erwünscht wären. Gleiches gilt für das Übersetzungsverhältnis, das einmal groß (hohe sekundäre Steuerspannung) aber wiederum auch so klein wie möglich (kleine transformierte Kapazität) sein sollte. Der praktisch ausgeführte Übertrager kann demnach nur einen Kompromiß zwischen einander widersprechenden Forderungen darstellen und gestattet Übersetzungsverhältnisse von 1:3 bis 1:5. Bei der geforderten Steuerspannung von 40 V_{eff} und einem mittleren ü von 1:4 muß die Vorröhre immer noch 10 V_{eff} Ausgangsspannung aufbringen. Infolge des niedrigen Außenwiderstandes, der aus den obigen Gründen an den Grenzen des Übertragungsbereiches nur in der Größenordnung des Innenwiderstandes (R_i zum Beispiel für AC 2 = 12 kΩ) liegt, ergibt sich bei dieser Belastung schon in der Vorröhre ein Klirrfaktor von 1 bis 2%, der die guten Werte der Endstufe stark einschränkt.

Durch ihre hohe Verstärkung brauchen Pentoden nur eine Steuerspannung geringer Größe, die auch bei Gegenkopplung noch ohne besondere Maßnahmen durch die Vorröhre aufgebracht werden kann, ohne daß der Klirrfaktor unzuträgliche Werte annimmt. Damit erübrigt sich der Eingangstransformator mit seinen Nachteilen.

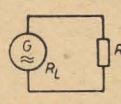


Bild 2: Ersatzschaltbild für die Bedämpfung des Lautsprechers

Vorteilhaft bei der Triodenschaltung ist dagegen der niedrige Klirrfaktor. Bei den Verzerrungen überwiegt der Anteil der zweiten Harmonischen, die sich jedoch durch die Gegentaktschaltung kompensieren. Der Gesamtklirrfaktor wird also durch die dritte Harmonische bestimmt, deren Anteil relativ klein ist. Ein weiterer großer Vorzug ist der niedrige Innenwiderstand der Triode, der den Lautsprecher bedämpft. Bild 2 zeigt die Wirkungsweise. Die Schwingspule des Lautsprechers ist als Generator anzusehen, der einen Stromkreis mit dem Verbraucher $R_{i\,trans}$ speist.

Dabei ist

$$R_L = \frac{R_a}{\ddot{u}^2} \quad \text{und} \quad R_{i\,trans} = \frac{R_i}{\ddot{u}^2} \quad \text{oder}$$

$$R_{i\,trans} = R_L \cdot \frac{R_i}{R_a}.$$

Das Verhältnis $\frac{R_i}{R_a}$ ist also ein unmittelbarer Maßstab für die Lautsprecherdämpfung. Der Idealfall wäre $\frac{R_i}{R_a} = 0$ (Kurzschluß), was aber ein $R_i = 0$ voraussetzen würde. Obwohl hierfür neuerdings auch Schaltungen bekanntgeworden sind, genügt es nach den praktischen Erfahrungen, wenn der Innenwiderstand ungefähr gleich dem Außenwiderstand ist.

$$\frac{R_i}{R_a} \approx 1$$

Die Bedämpfung wird dann ausreichend groß, um wilde Schwingungen oder Ausschwingvorgänge im Resonanzgebiet zu vermeiden. Die in der Spule induzierte, der Schwingungsamplitude linear proportionale EMK wird durch den niedrigen „Verbraucherwiderstand“ praktisch kurzgeschlossen. Die Spule kann also nur dann schwingen, wenn von der Röhre her eine dieser EMK entgegengerichtete Spannung — die Ausgangsspannung — wirksam ist. Verstärker mit einem niedrigen Innenwiderstand zeichnen sich vor allem durch die klare, harte Wiedergabe der Bässe (Resonanzgebiet!) aus, die sonst meist verschwommen und weich klingen. Trioden besitzen nun stets ein $\frac{R_i}{R_a} < 1$, während bei Pentoden dieses Verhältnis bei 10 liegt. Die zur Verbesserung der Klangwiedergabe erforderliche Herabsetzung des Innenwiderstandes durch Spannungsgegenkopplung erfolgt üblicherweise durch Einkopplung eines Teiles der Ausgangsspannung in den Eingangskreis (Gitter). Diese Schaltungen werden meist frequenzabhängig ausgeführt, sind an den Grenzen des Übertragungsbereiches kritisch wegen der Gefahr der Selbsterregung (Mitkopplung durch Phasendrehung) und erfordern einen teilweise recht großen Aufwand an Schaltelementen.

Die „Ultralinearschaltung“ zeichnet sich dagegen durch ihre Übersichtlichkeit, die unkritische Dimensionierung und das Vermeiden jedes zusätzlichen Aufwandes aus. Das Prinzip beruht auf der Einkopplung eines Teiles der Ausgangsspannung auf das Schirmgitter über einen Anzapf des Ausgangstransformators. Die Größe der Gegenkopplungsspannung ist durch das Verhältnis der Windungszahl bis zum Schirmgitteranzapf zur Gesamtwindungszahl definiert. Wird dieses als x bezeichnet, so ergeben sich zwei Grenzfälle:

1. $x = 0$. Das Schirmgitter liegt an der Mitte des Ausgangstransformators und führt nur Gleichspannung. Das Wechselspannungspotential ist Null. Pentodeneinstellung!

2. $x = 1$. Das Schirmgitter liegt an der Anode und führt dieselbe Wechselspannung wie diese. Triodeneinstellung!

[1]) Siehe auch RADIO UND FERNSEHEN Nr. 20 (1955) S. 621.

Dazwischen ist jede andere beliebige Einstellung möglich. Es ist zu beachten, daß gegenüber der üblichen Spannungsgegenkopplung nur ein Teil der auf das Schirmgitter gegengekoppelten Spannung im Eingangskreis wirksam wird. Dieser Teil ist durch den Schirmgitterdurchgriff D_2 bestimmt. Die Berechnung des Gegenkopplungsfaktors g ist also aus dem Verhältnis der Verstärkung ohne Gegenkopplung (V) und mit Gegenkopplung (V') möglich, wenn in der bekannten Formel für Spannungsgegenkopplung für a das Produkt $a \cdot D_2$ gesetzt wird:

$$g = \frac{V'}{V} = \frac{1}{1 + a\, D_2\, V}.$$

Hieraus ergibt sich:

$$a = \frac{\frac{V}{V'} - 1}{D_2 V}.$$

Entsprechend der Zielsetzung muß a nun so gewählt werden, daß bei der Verstärkung noch die Pentodeneigenschaft überwiegt, dagegen aber Innenwiderstand und Klirrfaktor bereits mehr zu den bei Triodeneinstellung erreichbaren Werten neigen.

Das Beispiel zeigt, daß eine solche Einstellung durchaus gefunden werden kann. Um den Vergleich mit einer Triodenschaltung augenscheinlich zu machen, wurde eine Gegentaktschaltung mit 2× EL 12 und normaler Anodenspannung (250 V) gewählt. Der Arbeitspunkt wurde so gelegt, daß sich ein $I_{ao} = 45$ mA und $Ig_2 = 5{,}1$ mA einstellt (Klasse AB). Die Verlustleistung liegt demnach bei 250 V mit $Q_b = 24{,}5$ W für 2 Röhren noch unter dem Wert für 2× AD 1, Klasse A mit $Q_b = 30$ W.

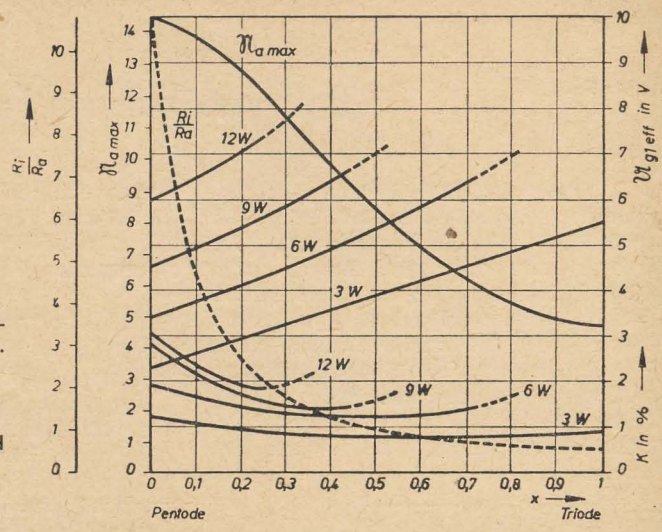


Bild 3: Aufgenommene Kurven der Schaltung im Bild 1. $\mathfrak{N}_{a\,max}$, K (%), $\frac{R_i}{R_a}$ und $\mathfrak{U}_{g1\,eff} = f(x)$; $\mathfrak{N}_{a\,max}$ Parameter für K und $\mathfrak{U}_{g\,eff}$

Das Schaltbild (Bild 1) zeigt die Anordnung, Bild 3 die aufgenommenen Kurven. Zu beachten ist das steile Abfallen des Innenwiderstandes bei kleinen x-Werten, während das Absinken der Verstärkung (steigende Steuerspannung) und der Sprechleistung fast linear erfolgt. Einen Vergleich bei verschiedener Dimensionierung ermöglicht Tabelle 1. Beim Anwenden der Schirmgittergegenkopplung wurden mit einem x = 0,32 Ergebnisse erreicht, die nahezu der reinen Triodenschaltung entsprechen und höchsten Wiedergabeansprüchen genügen, bei höherer Ausgangsleistung jedoch immer noch mit einer Steuerspannung auskommen, die durch die Vorröhre ohne Transformation klirrfaktorarm abgegeben werden kann.

Tabelle I

Schaltung	$\mathfrak{N}_{amax}$ (W)	$\frac{R_i}{R_a}$	$\mathfrak{U}_{geff}$ (V)	K (%)
2 X AD 1	8	0,28	2×38	2,0
2 X EL 12 x = 0,15	14,2	3,4	2× 6,9	2,1
2 X EL 12 x = 0,32	11,1	1,6	2× 7,3	1,7

Die Kurven gelten im Prinzip für alle Endpentoden unter Berücksichtigung der durch die Röhrendaten (R_i, $\mathfrak{N}_{amax}$, $\mathfrak{U}_{geff}$) bedingten Abweichungen.

Die günstigste Wahl des Anzapfes liegt bei einem x zwischen 0,2 und 0,3.

Es ist anzunehmen, daß sich die Schaltung im Hinblick auf ihre Vorzüge und konstruktive Einfachheit in großem Umfang durchsetzen wird.

Literatur:

[1] Funkschau Heft 10 (1955).
[2] Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik, Auflage 1950, S. 526.

WERNER TAEGER

Elektronische Spannungsstabilisierung

In jedem Labor für Hoch- und Niederfrequenztechnik sowie für Elektronik werden Spannungsquellen für Gleich- oder Wechselspannung großer Konstanz benötigt. Die Ausgangsspannung der Konstanthalter soll sowohl von Netzspannungsschwankungen als auch von der Größe der jeweiligen Belastung unabhängig sein und sich auch in weiten Grenzen ändern lassen. Neben den zum Teil noch verwendeten magnetischen Spannungskonstanthaltern, deren Wirkungsweise darauf beruht, daß sich in einem gesättigten Eisenkern der Kraftfluß bei Schwankungen der Feldstärke nur wenig ändert, werden in zunehmendem Maße elektronische Regeleinrichtungen angewendet.

Je nachdem, ob die steuernde Spannung vor oder hinter der Regelröhre abgenommen wird (Vorwärts- oder Rückwärtsregelung), lassen sich mit elektronischen Regelschaltungen Schwankungen der Eingangsspannung allein oder der Belastung und der Eingangsspannung ausgleichen. Mit der Vorwärtsregelung kann man unter bestimmten Voraussetzungen Änderungen der Eingangsspannung vollständig kompensieren oder sogar eine Überkompensierung erreichen; bei der Rückwärtsregelung ist das grundsätzlich nicht möglich. Es bleibt immer ein kleiner Fehler bestehen, da nur ein endlicher Wert von ΔU die für die Regelwirkung notwendige Steuerspannung erzeugen kann.

Bild 1 zeigt eine einfache Schaltung mit Vorwärtsregelung, bei der man durch eine leichte Rechnung die Dimensionierungsbedingungen für vollständige Kompensation der Netzgleichspannung $U + \Delta U$

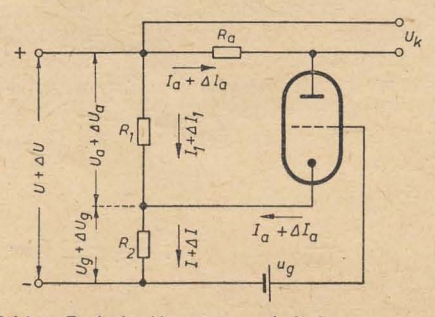


Bild 1: Einfache Vorwärtsregelschaltung

festlegen kann. Bereits beim Betrachten des Schaltbildes ist zu erkennen, daß bei richtigem Verhältnis der Widerstände R_1 und R_2 jede Abweichung ΔU vom Sollwert ausgeregelt werden kann, da ein Teil der nichtkonstanten Spannung $U + \Delta U$ am Gitter der Regelröhre liegt und im Anodenkreis eine zur Anodenspannung $U + \Delta U$ gegenphasige Komponente erzeugt. Da die Röhrenschaltung absolut trägheitslos arbeitet, genügt es, die zum Beispiel aus einem Netzgleichrichter entnommene Gleichspannung $U + \Delta U$ nur oberflächlich zu sieben, die vollständige Glättung erfolgt dann automatisch in der Stabilisierungsschaltung. Voraussetzung für das einwandfreie Arbeiten der Stabilisierungsanordnung ist natürlich, daß nur der lineare Teil der Röhrenkennlinie ausgenutzt wird.

Für den Anodenstrom der Röhre gilt

$$I_a + \Delta I_a = S\,(U'_g + D \cdot U'_a) \quad (1)$$

wobei nach Bild 1

$$U'_g = u_g - (U_g + \Delta U_g) \quad (2)$$

und

$$U'_a = U_a + \Delta U_a - R_a \cdot (I_a + \Delta I_a) \quad (2a)$$

ist.

Der zunächst konstant angenommene Anodenstrom der Triode ist aus dem Ansatz

$$I_a = S\,[(u_g - U_g) + D\,(U_a - R_a \cdot I_a)]$$

zu bestimmen. Nach Umformung ergibt sich

$$I_a = S \cdot (u_g - U_g) + S \cdot D \cdot U_a - S \cdot D \cdot R_a \cdot I_a$$

$$I_a = \frac{S}{1 + \frac{R_a}{R_i}}\,[u_g + D \cdot U - (1 + D) \cdot U_g], \qquad (2b)$$

wobei nach Bild 1 für die Spannung $U = U_a + U_g$ gesetzt wurde. Dem konstanten Anodenstrom überlagert sich der pulsierende Anteil

$$\Delta I_a = - S \cdot \Delta U_g + \frac{1}{R_i}\,(\Delta U_a - R_a \cdot \Delta I_a)$$

$$\Delta I_a = \frac{S}{1 + \frac{R_a}{R_i}}\,(D \cdot R_1 \cdot \Delta I_1 - R_2 \cdot \Delta I); \qquad (3)$$

nach Bild 1 ist nämlich $\Delta U_a = R_1 \cdot \Delta I_1$ und $\Delta U_g = R_2 \cdot \Delta I$.

Weiter ist Bild 1 zu entnehmen:

$$I + \Delta I = I_1 + \Delta I_1 + I_a + \Delta I_a,$$

somit ist

$$\Delta I_1 = \Delta I - \Delta I_a.$$

Dies in Gleichung 3 eingesetzt, ergibt

$$\Delta I_a = \frac{S \cdot \Delta I}{1 + \frac{R_a + R_1}{R_i}}\,(D \cdot R_1 - R_2). \qquad (4)$$

Unter der Voraussetzung, daß kein Gitterstrom fließt, ergibt sich für die Stromschwankung ΔI:

$$\Delta I = \frac{\Delta U}{R_2 + \frac{R_1\,(R_a + R_i)}{R_1 + R_a + R_i}}, \qquad (5)$$

wobei der Nenner von Gleichung 5 den resultierenden Widerstand aus der Reihenschaltung von R_2 mit $R_1 \,||\, (R_a + R_i)$ darstellt. Setzt man Gleichung 5 in 4 ein, so erhält man schließlich das Verhältnis der Stromänderung ΔI_a zur Spannungsänderung ΔU

$$\frac{\Delta I_a}{\Delta U} = \frac{\frac{R_1}{R_2} - \frac{1}{D}}{R_1 + (R_a + R_i) \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)}. \qquad (6)$$

Die Stromschwankung verschwindet, und damit wird $U_k = R_a \cdot I_a$ eine konstante Gleichspannung, wenn

$$R_2 = D \cdot R_1 \qquad (7)$$

ist.

Dann ist der Gesamtwiderstand des Spannungsteilers

$$R = R_1 + R_2 = (1 + D) \cdot R_1. \qquad (8)$$

Durch ähnliche Rechnung findet man noch einige weitere Beziehungen für die Vorwärtsregelschaltung. So ist zum Beispiel die am Triodengitter liegende Spannung

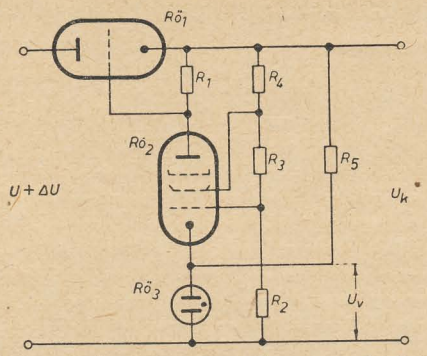


Bild 2: Rückwärtsregelung, Steuerung der Leistungstriode $Rö_1$ durch die Regelpentode $Rö_2$

$$U_g + \Delta U_g = \frac{D}{1 + D}\,(U + \Delta U). \qquad (9)$$

Die zur Verfügung stehende Ausgangsspannung beträgt

$$U_k = \frac{u_g}{D\left(1 + \frac{R_i}{R_a}\right)}. \qquad (10)$$

Um eine möglichst große geregelte Spannung zu erhalten, sind für diese Stabilisierungsschaltung Röhren mit kleinem Durchgriff zu wählen. Außerdem muß $R_a > R_i$ gemacht werden.

Wenn es sich darum handelt, nur eine geringe Leistung (etwa 100 V und einige mA) zu stabilisieren, kommt man mit der Triode EC 92 als Regelröhre aus. Die hierbei interessierenden Daten dieser Röhre sind: $D = 0{,}0165$, $S = 5$ mA/V, $R_i = 12$ kΩ, $u_{go} = -2$ V bei 250 V Anodenspannung. Gewählt wird $R_a = 50$ kΩ und $R = R_1 + R_2 = 10$ kΩ. Damit findet man aus Gleichung (8) das Spannungsteilerverhältnis

$$R_1 = \frac{R}{1 + D} = \frac{10}{1{,}0165} = 9{,}8\ \text{kΩ}$$

und

$$R_2 = R - R_1 = 10000 - 9800 = 200\ \Omega.$$

Aus Gleichung (9) ergibt sich die Gitterspannung, die im Mittel wirksam sein muß, sie beträgt

$$U_g = \frac{D \cdot U}{1 + D} = \frac{0{,}0165 \cdot 250}{1{,}0165} = 4\ \text{V}.$$

Die feste Vorspannung erhöht sich um den Wert u_{go}, die nach den Röhrendaten vorgeschriebene negative Gittervorspannung; es ist somit

$$u_g = U_g + u_{go} = 4 - 2 = 2\ \text{V}$$

Die erzielbare stabilisierte Gleichspannung errechnet sich aus Gleichung (10), sie beträgt

$$U_k = \frac{2}{0{,}0165 \cdot 1{,}24} = 100\ \text{V}.$$

Der Anodenstrom beträgt dabei

$$I_a = \frac{U_k}{R_a} = \frac{100\ \text{V}}{50\ \text{kΩ}} = 2\ \text{mA}.$$

Nimmt man die höchstzulässige Spannungsschwankung am Gitter der EC 92 ohne Übersteuerung der Kennlinie mit etwa ± 0,5 V an, so ist nach Gleichung (9) die höchstzulässige Schwankung der ungeregelten Spannung

$$(\Delta U)_{max} = \pm \frac{1 + D}{D} \cdot \Delta U_g = \pm 30\ \text{V}.$$

Die Ausgangsspannung U_k bleibt also konstant 100 V, wenn die Eingangsspannung zwischen 220 und 280 V schwankt (Mittelwert 250 V).

Das Prinzip der Rückwärtsregelung zeigt Bild 2. Die Regelpentode $Rö_2$ steuert eine als veränderlicher Widerstand geschaltete Endtriode größerer Leistung. Die erforderliche Verzögerungsspannung liefert ein in die Katodenleitung der Regelpentode geschalteter Glimmstreckenstabilisator. Der besondere Vorteil dieser Schaltung besteht darin, daß sich mit ihr sowohl Netzspannungsschwankungen als auch Schwankungen der Ausgangsspannung infolge Belastungsänderungen ausregeln lassen.

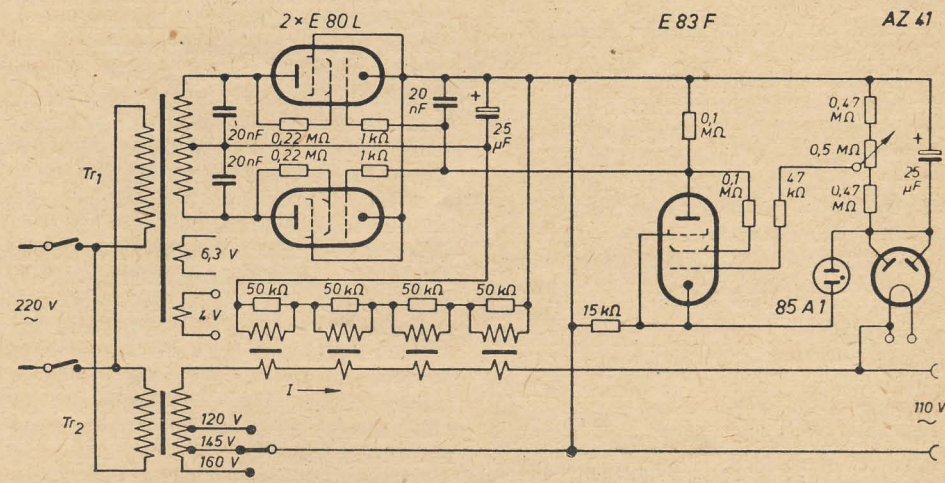


Bild 3: Schaltungsvorschlag für einen Wechselspannungskonstantholter (Technische Informationen Elektronenröhren der ELEKTRO SPEZIAL GMBH Nr. 070953)

Die Wirkungsweise der Rückwärtsregelung läßt sich leicht übersehen: Hinter Röhre 1, die als veränderbarer Widerstand die Ausgangsspannung regelt, liegen parallel zwei Spannungsteiler. Der eine Spannungsteiler besteht aus der Reihenschaltung R_5 und der Stabilisatorröhre $Rö_3$. Die Aufgabe dieses Spannungsteilers ist es, an der Glimmröhre eine von der

Ausgangsspannung U_k unabhängige und konstante Vergleichsspannung U_v herzustellen. Der zweite Spannungsteiler besteht aus den drei Widerständen R_2, R_3, R_4; er ist so zu bemessen, daß der Spannungsabfall an R_2 bei der Ausgangsspannung U_k um den Betrag der Gitterspannung an der Pentode $Rö_2$ kleiner ist als die Spannung an der Glimmröhre U_v. Treten nun Änderungen der Spannung U_k vom Sollwert auf, so ändert sich entsprechend die Gitterspannung an der Pentode und damit ihr Anodenstrom. Die Folge davon ist eine größere oder kleinere Gittervorspannung an der Leistungstriode $Rö_1$ und damit die Änderung des inneren Widerstandes dieser Röhre im richtigen Sinne. Man verwendet hier als Regelpentode eine Röhre mit möglichst hoher Verstärkung; je höher sich nämlich die Verstärkung der Regelspannung treiben läßt, um so besser ist die mit der Anordnung erzielbare Ausregelung von Spannungsabweichungen. Ein völliger Ausgleich des Fehlers oder gar eine Überkompensierung ist mit der Rückwärtsregelung somit nicht möglich.

Einen Schaltungsvorschlag für eine sehr wirksame Spannungsstabilisierung zeigt Bild 3. Eine stark schwankende Wechselspannung zwischen etwa 180 und 240 V wird in eine Wechselspannung von 110 V mit einer maximalen Abweichung von $\pm 1\%$ vom Sollwert umgewandelt. Mit Hilfe des Schalters können die Leistungsstufen 0 bis 50, 50 bis 100, 100 bis 200 W eingeschaltet werden. Von der Sekundärwicklung des Transformators Tr_2 fließt der Strom I über die Sekundärwicklungen von vier in Serie geschalteten Transformatoren. Die automatisch geregelte Vormagnetisierung dieser Transformatoren bewirkt in bekannter Weise die Stabilisierung der Ausgangsspannung. Zum Erreichen dieses Zieles wird die Ausgangswechselspannung in der AZ 41 gleichgerichtet und die Änderungen dieser Gleichspannung gegenüber einem mit der Glimmröhre 85 A 1 stabilisierten Teilbetrag dieser Spannung in der Pentode E 83 F verstärkt. Die als gesteuerte Gleichrichter arbeitenden Röhren E 80 L erhalten von der E 83 F eine veränderliche Vorspannung, ihr Anodenstrom durchfließt die Primärwicklungen der obenerwähnten vier Transformatoren und steuert deren Vormagnetisierung durch die Spannungsschwankungen im richtigen Sinne. Die vier Transformatoren sind mit versetztem Wicklungssinn in Reihe geschaltet, so daß sich die induzierten Wechselspannungen gegenseitig aufheben. Zur Verbesserung der Kurvenform der geregelten Ausgangsspannung sind die Transformatoren primärseitig mit Widerständen von je 50 kΩ überbrückt. Will man die Konstanz der Ausgangsspannung noch weiterverbessern, kann man den Transformator Tr_2 statt vom Netz primärseitig von der stabilisierten 110-V-Ausgangsspannung speisen.

Literatur

[1] v. Kussl, Konstante Gleichspannungen, Elektrotechnik Nr. 3 (1947) S. 95

[2] W. Taeger, Stabilisierung von Gleichspannungen, Funk und Ton Nr. 8 (1950) S. 403

Ing. GISELHER KUCKELT

Ein Kapitel physiologische Akustik

Bei der Reparatur eines kleinen Selbstbauempfängers konnte durch Zufall eine im ersten Moment verblüffende Beobachtung gemacht werden.

An den Ausgang des Gerätes, parallel zur Schwingspule, wurde ein Spannungsmesser gelegt (Millivoltmeter mit hohem Innenwiderstand), um die Brummspannung zu messen. Schloß man jetzt den Siebwiderstand R im Netzteil (Bild 1) kurz, so ergab sich eine nur etwa um den Faktor 1,2 höhere Brummspannung. Während aber im Normalzustand das Brummen des Gerätes so leise war, daß man in den kleinen Lautsprecher „hineinkriechen" mußte, um es wahrzunehmen, erreichte es bei kurzgeschlossenem Siebwiderstand eine sehr störende mäßige Zimmerlautstärke.

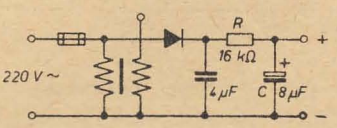


Bild 1: Schaltung des Netzteiles

Die auf das 1,2fache angewachsene Spannung bedeutet einen ebenfalls auf das 1,2fache angestiegenen Schalldruck, und diese Tatsache allein erklärt den großen Lautstärkezuwachs keinesfalls. Das Schirmbild eines angeschlossenen Oszillografen brachte die Erklärung. Im Normalzustand sah die Brummspannung so aus, wie Bild 2a zeigt; Bild 2b entspricht dem Verlauf der Brummspannung bei überbrücktem R. Es ist also zu erkennen, daß die Kurve 2a annähernde 50-Hz-Sinusform hat. Das ist auf die hohe Zeitkonstante des aus dem 16-kΩ-Widerstand und dem 8-µF-Kondensator gebildeten Siebgliedes zurückzuführen. Für 50 Hz beträgt der Betrag des Spannungsteilerverhältnisses $R \cdot \omega C = 1{,}6 \cdot 10^4 \cdot 3{,}14 \cdot 10^2 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \approx 40$, für 150 Hz (die 3. Harmonische) demzufolge ≈ 120. Die Frequenz der Brummspannung im Bild 2a betrug 50 Hz. Bei Kurzschluß des Siebwiderstandes wurde — wieso, das soll hier nicht weiter untersucht werden — aus der ursprünglichen sägezahnähnlichen, also stark oberwellenhaltigen Spannung am (vergrößerten) Ladekondensator die 3. Harmonische der Brumm-Grundfrequenz stark bevorzugt. Wahrscheinlich spielt der aus der Ausgangstrafoinduktivität, dem Kondensator 4 + 8 µF und dem Innenwiderstand der Endröhre gebildete Schwingkreis eine Rolle.

Betrachte man nun Bild 3. Es stellt einen Ausschnitt aus dem sogenannten Hörkurvendiagramm dar. In ihm ist die Abhängigkeit der gehörmäßig wahrgenommenen Lautstärke, die sich bekanntlich auf den Vergleich zu einem 1000-Hz-Ton bezieht, von der Frequenz und dem Schalldruck dargestellt. Aus diesem Diagramm ist zum Beispiel zu entnehmen, daß, um den Lautstärkeeindruck 50 Phon hervorzurufen, bei 1000 Hz am Ohr ein Schalldruck von etwa $6{,}5 \cdot 10^{-2}$ µbar (Schnittpunkt 1000-Hz-Senkrechte mit 50-Phon-Kurve), bei 50 Hz dagegen etwa 1 µbar, also der fünfzehnfache Schalldruck bzw. die 225fache Schalleistung (15^2) nötig ist.

Nehmen wir nun an, daß der 50-Hz-Brumm bei vollständiger Siebung einer Lautstärke von 10 Phon entsprach (Bild 3, Punkt A). Der 1,2fache Schalldruck bei 150 Hz entspricht Punkt B, liegt also fast auf der 50-Phon-Kurve. Deshalb der trotz nur geringfügig erhöhter Ausgangsspannung beträchtliche Zuwachs der Lautstärke!

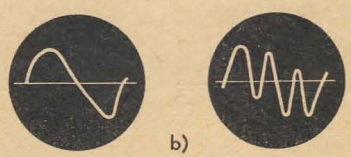


Bild 2: Oszillogramm der Brummspannung im Originalzustand (a) und bei kurzgeschlossenem Siebwiderstand R (b)

Hierbei ist noch unberücksichtigt geblieben, daß der kleine Lautsprecher im Zusammenwirken mit dem kleinen Gehäuse für 150 Hz bessere Abstrahlungsbedingungen aufweist als für 50 Hz. Dadurch ist die Lautstärke noch höher als die berechneten 50 Phon.

Mit der eingehenden Erklärung dieser gewiß recht simplen Erscheinung sollte gezeigt werden, wie wichtig es ist, außer der Funktion der Bauteile und Meßinstrumente auch die Eigenschaften des Ohres, also die physiologische Seite der Elektro-

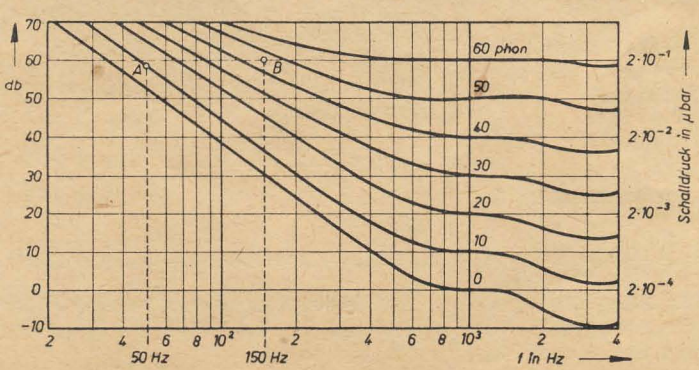


Bild 3: Kurven gleicher Lautstärke (Ausschnitt)

akustik zu beachten. Als praktische Nutzanwendung sei darauf hingewiesen, daß man deshalb in der Meßtechnik für elektroakustische Anlagen zwischen den zu prüfenden Verstärker und das Meßinstrument für die Messung der Störspannungen (meist ein Röhrenvoltmeter) ein sogenannter „Ohrkurvenfilter" schaltet. Dieses hat eine Dämpfungskurve, die in ihrem prinzipiellen Verlauf einer solchen Hörkurve ähnelt, wie sie im Bild 3 dargestellt ist; es hat also für tiefe Frequenzen eine höhere Dämpfung als für 1000 Hz. Hinter diesem Filter mißt man dann die „Geräuschspannung", während man vor ihm von der „Fremd"- oder „Brummspannung" spricht. Man verfolgt damit den Zweck, die Anzeige des Meßinstrumentes der Empfindlichkeitskurve des Ohres anzugleichen, weil es ja bis zu einem gewissen Grade unnötiger Luxus wäre, eine 50-Hz-Brummspannung mit großem Sieb-, Abschirm- oder Kompensationsaufwand zu beseitigen, nur weil sie vom Voltmeter noch angezeigt wird, während sie vom Ohr wegen dessen geringer Empfindlichkeit bei 50 Hz überhaupt nicht mehr registriert wird.

Nicht abgeholte Reparaturen

Das Vertrags- und Pfandrecht als Schutz für den Auftragnehmer vor finanziellen Verlusten

Immer wieder kommt es vor, daß Kunden in Reparatur gegebene Empfangsgeräte usw. erst geraume Zeit nach Fertigstellung oder überhaupt nicht wieder abholen. Hierdurch entstehen den Handwerkern oder den sonstigen Betriebsinhabern erhebliche Verluste. Einmal hat die Reparatur Arbeitszeit erfordert, darüber hinaus sind durch den Einbau wertvoller Ersatzteile auch Geldwerte investiert. Werden die Apparate erst längere Zeit nach Fertigstellung abgeholt, so hat der Betriebsinhaber durch die damit verbundene spätere Zahlung Zinsverluste. Mit Recht taucht deshalb die Frage auf, wie sich der Inhaber einer Reparaturwerkstatt gegen ein derartiges Verhalten seiner Kunden schützen kann.

Übergibt ein Kunde einen Rundfunkempfänger oder ein sonstiges Gerät zur Reparatur, und nimmt der Inhaber der Werkstatt diesen Auftrag an, so wird zwischen beiden ein Werkvertrag nach den Bestimmungen des § 631 des BGB geschlossen. Ein solcher Werkvertrag bedarf keiner bestimmten Form. Er wird mit der Entgegennahme des Auftrages rechtsgültig. Durch diesen Werkvertrag verpflichtet sich der Inhaber der Werkstatt, den Auftrag nach den anerkannten Regeln seines Handwerks oder Gewerbes in zufriedenstellender Weise auszuführen. Dem Vertragspartner (Kunden) liegt nach § 640 des BGB die Verpflichtung ob, den vertragsmäßig hergestellten bzw. reparierten Gegenstand abzunehmen. Hieran schließt sich die weitere Verpflichtung, die vereinbarte bzw. durch Preisanordnung festgesetzte Vergütung für die Arbeit, die Auslagen usw. zu zahlen. Wenn die Vertragspartner nichts anderes vereinbart haben, ist die Vergütung bei der Abnahme des Werkes, also bei der Abholung des instandgesetzten Apparates durch den Kunden zu zahlen. Bei verspäteter Bezahlung ist der Betrag zu verzinsen, sofern nicht im beiderseitigen Einvernehmen eine Stundung erfolgt ist. Kommt der Kunde seinen Verpflichtungen nicht nach, holt er also die fertiggestellte Reparatur nicht ab, und zahlt er auch nicht die vereinbarte Vergütung, so wird er vertragsbrüchig. Der Reparaturbetrieb hat dann das Recht, den Kunden auf Einhaltung des Vertrages zu verklagen.

Die weit verbreitete Meinung, daß ein Nichtabholen der Reparatur und ein Nichtbezahlen als Betrug anzusehen ist, trifft nur in wenigen Ausnahmefällen zu. Nach den Bestimmungen des § 263 des Strafgesetzbuches liegt ein strafbarer Betrug nur dann vor, wenn jemand die Absicht hat, sich einen rechtswidrigen Vermögensvorteil dadurch zu verschaffen, daß er das Vermögen eines anderen schädigt. In der Regel wird die Reparatur in der festen Absicht in Auftrag gegeben, diese nach Fertigstellung wieder abzuholen und auch zu bezahlen. Hieran ist der Kunde nur durch äußere Umstände (Krankheit, Geldmangel usw.) gehindert. Läßt der Kunde die Reparatur bei dem Auftragnehmer, dann liegt ebenfalls kein Betrug vor, da ihm ja kein Vermögensvorteil erwächst, der den Charakter der Rechtswidrigkeit trägt. Anders liegen die Dinge jedoch dann, wenn der Kunde die Reparatur zwar abholt, sie jedoch nicht bezahlt. In einem solchen Falle kann Betrug vorliegen. Jedoch ist auch hier stets der Nachweis zu erbringen, daß der Kunde die Bezahlung vorsätzlich bzw. absichtlich unterläßt.

Der Auftragnehmer ist zur Rückhaltung einer von ihm hergestellten oder ausgebesserten Sache bis zum Erhalt der Gegenleistung, also bis zur Begleichung seiner Forderung, berechtigt. Der § 647 des BGB bestimmt ausdrücklich, daß ihm ein derartiges Pfandrecht bis zur vollen Befriedigung seiner Ansprüche zusteht. Dieses Zurückbehaltungs- bzw. Pfandrecht besteht jedoch dann nicht, wenn zwischen den Vertragspartnern Ratenzahlungen oder eine Stundung der Vergütung vereinbart sind.

Das dem Auftragnehmer eingeräumte Pfandrecht hat jedoch noch eine viel weitgehendere Bedeutung. Die hier maßgebenden Bestimmungen gelten auch dann, wenn ein Kunde die Reparatur nicht oder doch erst verspätet abholt. In einem solchen Falle kann der Gläubiger, also der Auftragnehmer aus dem Pfand heraus seine Forderungen befriedigen. Nach § 1228 des BGB hat eine solche Befriedigung des Gläubigers aus dem Pfand heraus durch einen Verkauf desselben zu geschehen. Der Auftragnehmer (Gläubiger) ist zum Verkauf des Pfandes dann berechtigt, wenn seine Forderung ganz oder zum Teile fällig ist. Für die Durchführung des Verkaufes sind jedoch von dem Gläubiger verschiedene Voraussetzungen zu erfüllen, die im § 1234 des BGB festgelegt sind. Einmal ist dem Kunden der beabsichtigte Verkauf des Apparates (Pfandes) vorher anzuzeigen. Hierbei ist der Geldbetrag zu bezeichnen, wegen dessen der Verkauf stattfinden soll, also der Betrag, den der Auftragnehmer für die Reparatur zu erhalten hat. Im Interesse der Rechtssicherheit haben derartige Verkaufsandrohungen schriftlich zu erfolgen. Die Androhung des Verkaufs darf erst nach dem Eintritt der Verkaufsberechtigung erfolgen, das heißt, nachdem der Kunde trotz Aufforderung die fertiggestellte Reparatur nicht abgeholt und nicht bezahlt hat. Um dem Schuldner (Kunden) immer noch die Möglichkeit zu geben, die Angelegenheit vor einem Verkauf des Pfandes auf gütliche Weise beizulegen, ist weiter bestimmt, daß der Verkauf erst nach Ablauf eines Monats, von der Verkaufsandrohung gerechnet, erfolgen darf. Der Kunde hat also die Möglichkeit, noch innerhalb dieses Monats seine vertraglichen Verpflichtungen zu erfüllen. Der Gläubiger darf den Verkauf nicht selbst vornehmen. Zum Schutze des Schuldners ist vielmehr bestimmt, daß der Verkauf in der Form einer öffentlichen Versteigerung durchzuführen ist. Diese erfolgt in der Regel durch einen Gerichtsvollzieher. Zeit, Ort und Gegenstand der Versteigerung sind vorher öffentlich bekannt zu machen. Für die Durchführung der Versteigerung gelten die im BGB enthaltenen allgemeinen Bestimmungen über öffentliche Versteigerungen (§§ 1236 und folgende). *kl-s.*

James Clark Maxwell

13. 6. 1831 bis 15. 11. 1879

Der vor 125 Jahren, am 13. 6. 1831 in Edinburgh geborene schottische Physiker James Clark Maxwell war einer der bedeutendsten theoretischen Physiker seiner Zeit, der auf fast allen physikalischen Teilgebieten erfolgreich arbeitete. Nachdem er von 1850 bis 1856 die Universität Cambridge besucht hatte, studierte er am Trinity College in Manchester, wurde dann Professor in Aberdeen und war von 1860 bis 1865 Professor am Kings College in London.

Neben Arbeiten auf dem Gebiete der Farbfotografie, die er 1855 begann (1861 erwähnte er in einem Vortrag in London über die Theorie der drei Grundfarben erstmalig den Gedanken der Farbenwiedergabe durch Anwendung von dreifarbigen Lichtfiltern und zeigte öffentlich Dreifarbenbilder mit drei Bildwerfern), forschte er vorwiegend auf dem Gebiete des Lichtes, der Elektrizität und des Magnetismus. So faßte er die Arbeiten Faradays über Elektrizität zusammen und stellte 1865 die nach ihm benannte Maxwellsche Theorie auf, die heute allgemein angenommene grundlegende Theorie der Elektrizität, des Magnetismus und des Lichtes, nach der die Anziehung zweier elektrisch geladener Körper keine Fernkraft ist, sondern unter wesentlicher Mitwirkung des zwischen ihnen liegenden Mittels zustande kommt. Zusammen mit Helmholtz und Hertz begründete er die elektromagnetische Lichttheorie und entwickelte 1870 seine berühmt gewordene „Feldtheorie" der elektrischen und magnetischen Felder, nach der sich um elektrische Ladungen und Ströme unmittelbar elektrische bzw. magnetische Felder ausbilden, über die sich alle Wirkungen in die Ferne ausbreiten. In mathematisch einwandfreier Form krönte er mit dieser Theorie die schon 1833 von Faraday ausgesprochene Auffassung, daß alle Körper magnetische Eigenschaften besitzen, daß sie aber teils magnetisch, teils diamagnetisch sind und daß Licht, Wärme und Elektrizität Erscheinungen derselben Naturkräfte seien. Damit wurde gleichzeitig die Coulombsche Fernwirktheorie elektrischer und magnetischer Kräfte verlassen und aufgegeben.

1871 wurde er Professor der Experimentalphysik an der Universität Cambridge, nachdem er sein großes Fundamentalwerk „Über Elektrizität und Magnetismus" abgeschlossen hatte (das 1873 in englischer und 1883 in deutscher Sprache erschien) und in dem er sich mit der nach ihm benannten Lichttheorie beschäftigte und alles das zusammenfaßte, was man damals über Magnetismus, Licht und Elektrizität kannte. Dort errichtete er das schnell berühmt gewordene Cavendish-Laboratorium.

Die von ihm entwickelte einheitliche Elektrizitätstheorie gipfelte in seinen „Maxwellschen Gleichungen", die die Grundlage dafür bildeten, alle elektrischen Erscheinungen und darüber hinaus auch die Erscheinungen des Lichtes nach seiner Maxwellschen Theorie zu erfassen.

Eine weitere bedeutende Leistung Maxwells waren seine Arbeiten und seine weiteren Veröffentlichungen auf dem Gebiete der Gase, die ihn neben Bernouilli (1738), Krönig und Clausius (1856/57) sowie Boltzmann zum Mitbegründer der kinetischen Gastheorie werden ließen, nach der der Gaszustand eines Körpers dann gegeben ist, wenn sich seine kleinsten selbständigen Teilchen (Moleküle) frei im Raum bewegen und jedes vorhandene Volumen auszufüllen streben, wobei sie sich unabhängig voneinander mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit bewegen, die von der Temperatur des Gases abhängt.

Er befaßte sich weiter mit Astronomie und Optik, bezog elektrische und optische Größen zueinander, womit er den Boden für die experimentellen Arbeiten von Heinrich Hertz vorbereitete, und stellte die nach ihm benannten Grundgleichungen der Elektrodynamik auf.

Dieser bedeutende Physiker starb am 5. 11. 1879 in Cambridge im erst 49. Lebensjahre.

KARLHEINZ KÖHLER

BAUANLEITUNG

Einfacher Fernsehempfänger für Einkanalempfang

1. TEIL

Die folgende Bauanleitung eines einfachen Fernsehempfängers für Einkanalbetrieb wird die Reihe unserer Fernsehempfängerbauanleitungen beschließen. Sicher werden beim Nachbau bei einem diese und beim anderen jene Schwierigkeiten und Probleme auftauchen, für die in der betreffenden Beschreibung keine Hinweise oder Erklärungen gegeben, die aber in einer der anderen Bauanleitungen behandelt werden. Aus diesem Grunde seien alle Interessenten noch einmal auf die bereits in RADIO UND FERNSEHEN erschienenen Beiträge über Selbstbaufernsehempfänger hingewiesen. In den Heften 18 und 20 (1955) wurde ein Selbstbaufernsehempfänger mit statisch abgelenkter Bildröhre und Kaskodeeingangsstufe beschrieben, und die Hefte 3 und 4 (1956) enthalten die Bauanleitung für einen einfachen 12-Röhren-Fernseh- und -UKW-Empfänger.

Das im folgenden beschriebene Gerät ist als Einkanalempfänger ohne besondere Stabilisierungsmaßnahmen oder Störaustastschaltungen gebaut. Damit ergibt sich die Möglichkeit, daß das Gerät mit einem Mindestaufwand anMeßgeräten eingemessen werden kann und sich auch weniger mit diesem Spezialgebiet Vertraute an den Selbstbau dieses Fernsehempfängers heranwagen können. Kenntnisse in der UKW-Empfangstechnik sind natürlich Voraussetzung, wenn der Selbstbau des Fernsehempfängers gut gelingen soll.

Benötigt werden folgende Meßgeräte:

1. Oszillograf zur Video- und Impulskontrolle im Kippteil
2. Grid-Dipper zum Einmessen des ZF- und HF-Teiles[1])
3. 100-μA-Instrument zum Abgleich des ZF-Kanals und des Oszillators
4. HF-Generator (100 kHz bis 10 MHz)
5. Diodenvoltmeter zur Kontrolle der Videostufe[2])

Da für den Empfänger Einkanalbetrieb vorgesehen ist, werden natürlich entsprechend dem Aufstellungsort Änderungen im HF-Teil notwendig. Das Mustergerät ist für den Fernsehsender Dresden ausgelegt. Bei anderen Sendern gelten die entsprechenden Frequenzen. Der dem jeweiligen Aufstellungsort am nächsten liegende Fernsehsender ist der Tabelle I zu entnehmen, in der die dazugehörigen Frequenzen für Bild- und Tonsender angegeben sind.

Tabelle I

Fernsehsender der Deutschen Demokratischen Republik

	Bildsender	Tonsender	Standort
Band I	41,75 MHz	48,25 MHz	Berlin-Grünau
	59,25 MHz	65,75 MHz	Berlin-Stadtmitte I
Band III	59,25 MHz	65,75 MHz	Leipzig
	145,25 MHz	151,75 MHz	Dresden
	169,25 MHz	175,75 MHz	Brocken
	185,25 MHz	191,75 MHz	Inselsberg (Thür.)
	193,25 MHz	199,75 MHz	Marlow (Mecklenburg)
	201,25 MHz	207,75 MHz	Karl-Marx-Stadt
	209,25 MHz	215,75 MHz	Berlin-Stadtmitte II

Mechanischer Aufbau des Gerätes

Nach den Einzelteilskizzen im Bild 2 sind zunächst alle Blecharbeiten durchzuführen und die Teile mit den entsprechenden Bohrungen zu versehen. Die umgebogenen Chassiskanten sind entweder zu verschweißen oder, bei entsprechender Änderung der Skizzen, zu vernieten. Als Material ist in jedem Falle Eisenblech zu verwenden, das, um ein Verrosten zu verhindern, zweckmäßigerweise zu verzinken ist. Danach werden die wichtigsten Einzelteile entsprechend Bild 4 auf bzw. unter dem Chassis befestigt.

Sämtliche benötigten Fernsehspezialteile, außer dem Ablenksystem, können auf Grund der Bauanleitung selbst angefertigt werden.

Das gesamte Gerät besteht aus zwei Teilen: dem Empfänger und dem Netzteilchassis. Die Gleich- und Wechselspannungen werden über ein 14adriges Kabel zugeführt. Damit eignet sich der Fernsehempfänger gut zum Einbau in einen Musikschrank. Auf dem Empfängerchassis wurde daher auch kein NF-Verstärker vorgesehen, da dieser meist sowieso vorhanden ist. Der Vollständigkeit halber wird jedoch im Rahmen dieser Bauanleitung auch ein NF-Verstärker beschrieben.

HF-Teil

Als HF-Verstärkerröhre dient die Röhre EF 85, die in Katodenbasisschaltung betrieben wird. Der Eingangswiderstand der

[1]) Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die Bauanleitung eines Grid-Dippers für UKW- und Fernsehfrequenzen in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 8 (1955) S. 247.

[2]) Siehe auch die Bauanleitung für ein Diodenvoltmeter mit Tastkopf in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 5 (1955) Seite 138.

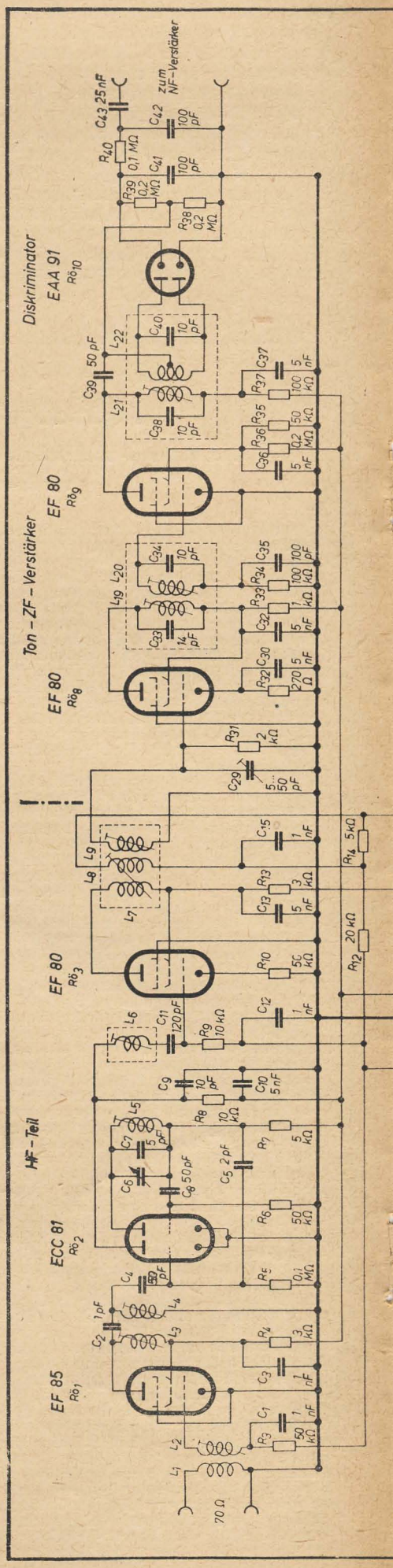
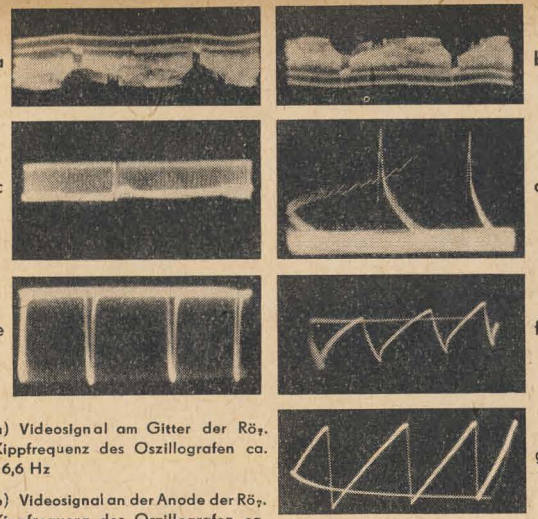


Bild 1: Schaltung des Einkanalfernsehempfängers



a) Videosignal am Gitter der $Rö_7$. Kippfrequenz des Oszillografen ca. 16,6 Hz

b) Videosignal an der Anode der $Rö_7$. Kippfrequenz des Oszillografen ca. 16,6 Hz

c) Das Impulsgemisch an der Anode des Amplitudensiebes. Kippfrequenz des Oszillografen ca. 25 Hz

d) Der integrierte Bildimpuls an C 50. Der im Kipprücklauf gedehnte Bildimpuls läßt die Wirkung des Integriergliedes erkennen. Kippfrequenz des Oszillografen ca. 16,6 Hz

e) Synchronimpuls für den Zeilenkipp. Kippfrequenz des Oszillografen ca. 3,91 kHz

f) Diese Sägezahnspannung wird dem Gitter der Zeilenendstufe zugeführt. Kippfrequenz des Oszillografen ca. 3,91 kHz

g) Auf das Gitter der Bildkippendstufe wird eine lineare Sägezahnspannung gegeben. Kippfrequenz des Oszillografen ca. 12,5 Hz

EF 85 beträgt bei 150 MHz etwa 1300 Ω. Dadurch erreicht der im Gitter liegende Schwingkreis einen maximalen Resonanzwiderstand von etwa 1000 Ω. Bei 70 Ω Kabelanpassung würde demnach ein Übersetzungsverhältnis 1 : 3,7 das Kabel richtig anpassen.

An der Anode der $Rö_1$ liegt ein Bandfilter, das die Aufgabe hat, die gesamte Bandbreite des Fernsehkanals zu übertragen. Um möglichst große Resonanzwiderstände zu erzielen, werden die Resonanzkreise ohne zusätzliche Festkapazitäten abgestimmt. Die Kreise sind kapazitiv über C_2 gekoppelt. Die dadurch erreichbare Bandbreite beträgt etwa 10 MHz.

Der Aufbau dieser Stufe, der im Bild 5 gut zu erkennen ist, muß besonders sorgfältig vorgenommen werden.

Als Mischröhre arbeitet ein System einer ECC 81. Auf das Mischgitter wird über eine kleine Kapazität von 2 pF die Oszillatorspannung gegeben. Diese erzeugt am Gitterableitwiderstand die nötige Vorspannung von —2 V. Hier liegt der günstigste Arbeitspunkt für die Mischröhre.

Der Oszillator (2. System der ECC 81) arbeitet in kapazitiver Dreipunktschaltung unter Benutzung der Röhrenkapazitäten. Der Durchstimmbereich wird durch den Parallelkondensator auf etwa 5 MHz eingeengt. Die Oszillatorfrequenz liegt um 19,5 MHz höher als der zu empfangende Tonsender.

Abgleich des HF-Teiles

Nachdem die Spulen L_1 bis L_5 entsprechend den in der Tabelle II angegebenen Daten gewickelt sind, beginnen wir den Abgleich mit der Einmessung des Oszillators. Hierzu wird der Gitterableitwiderstand R_5 der Mischröhre von Masse abgelötet und ein 100-μA-Instrument dazwischen geschaltet. Bei schwingendem Oszillator muß am Gitter der Mischröhre eine Oszillatorspannung von 2 V liegen. Das entspricht einem Gitterstrom von 20 μA an einem Gitterableitwiderstand von 100 kΩ. Die richtige Spannungsgröße ist durch C_5 einzustellen. Mit Hilfe eines Grid-Dippers kann die Oszillatorfrequenz hinreichend genau bestimmt werden. Der Oszillator wird nach diesen Arbeiten durch Ablöten des Anodenwiderstandes R_7 außer Betrieb gesetzt.

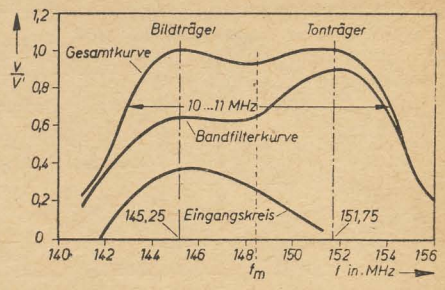


Bild 3: Durchlaßkurve des HF-Teiles

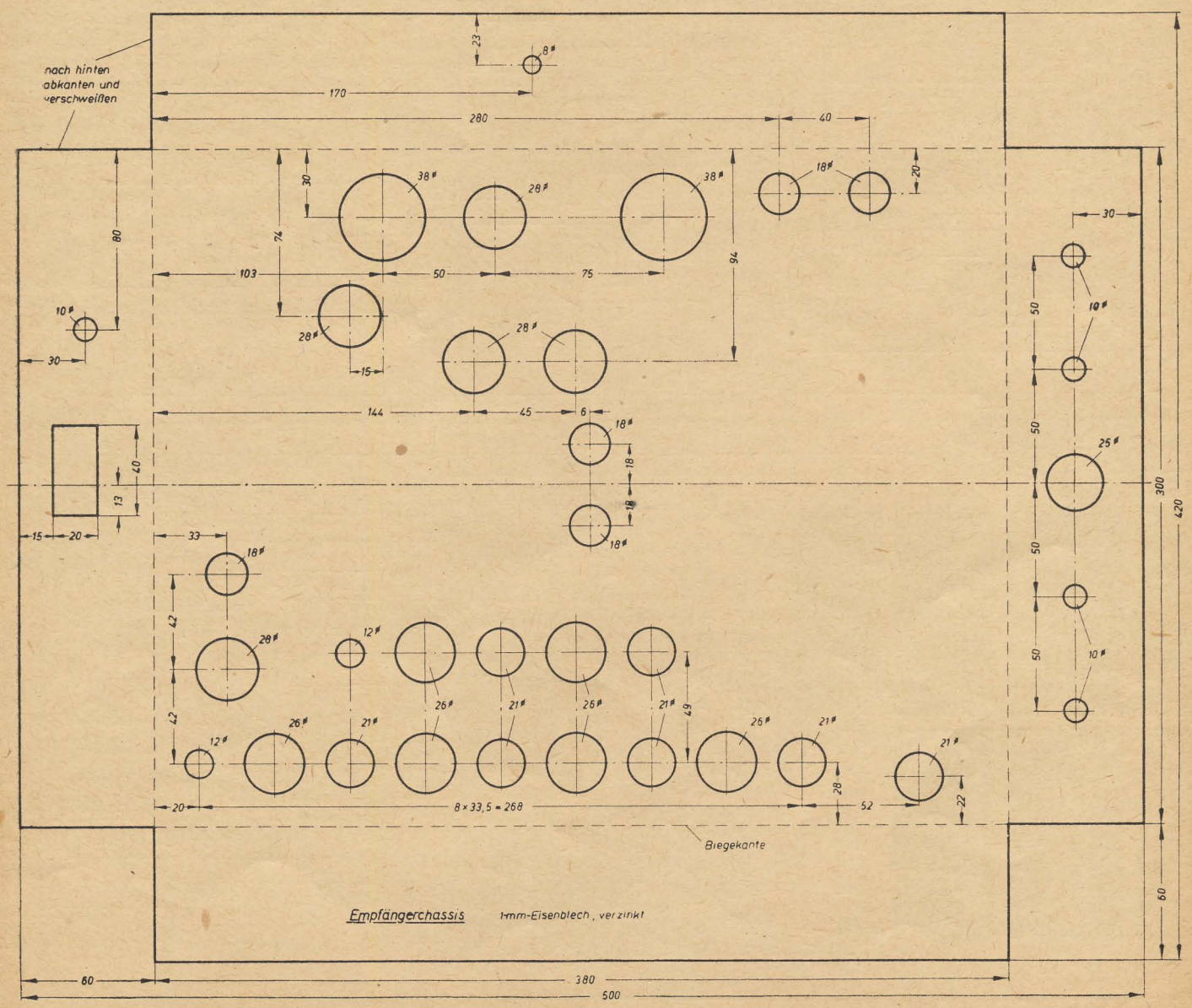
Tabelle II

Wickeldaten des HF-Teiles

L_1	1 Wdg. 0,5 ∅ CuLS	Eingangskreis
L_2	4 Wdg. 0,7 ∅ Cu versilbert	Eingangskreis
L_3	5 Wdg. 0,7 ∅ Cu versilbert	Bandfilter
L_4	5,5 Wdg. 0,7 ∅ Cu versilbert	Bandfilter
L_5	2,5 Wdg. 0,7 ∅ Cu versilbert	Oszillator

Sämtliche Spulen sind auf 8,5-mm-Stiefelkörper mit M-7-Innengewinde zu wickeln.

Der Eingangskreis, bestehend aus L_2, Eingangskapazität der EF 85 und Schalt-



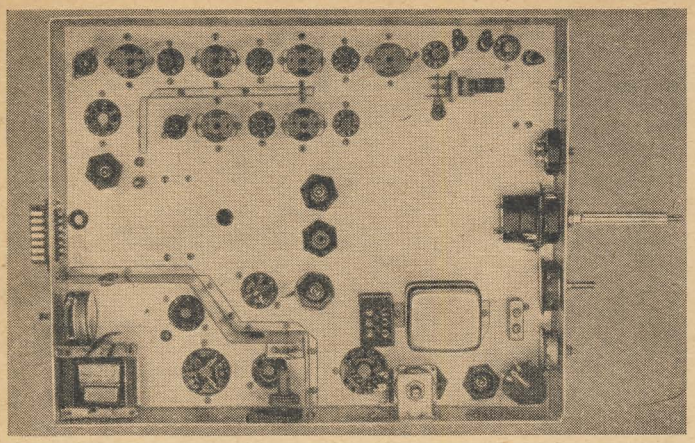


Bild 4: Das unverdrahtete Chassis

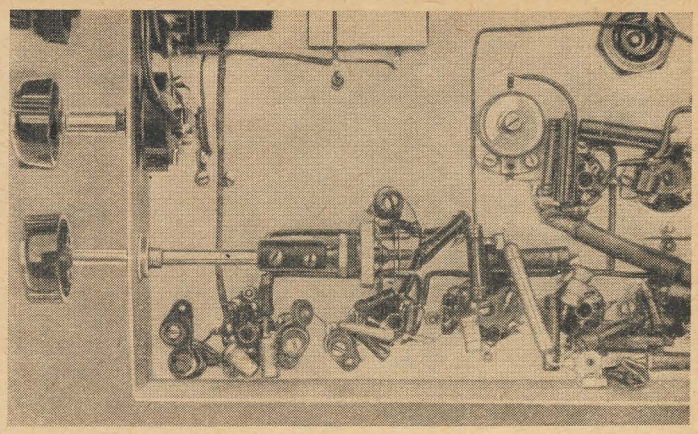


Bild 5: Verdrahtungsansicht der HF- und Mischstufe ↑

kapazität, wird mit dem Grid-Dipper auf die Bildsenderfrequenz eingemessen. Die Spulen sind dabei durch Auseinanderziehen bzw. Zusammendrücken so abzugleichen, daß der Messing- oder Aluminiumkern gerade eintaucht. Das zwischen der HF-Röhre und der Mischröhre liegende Bandfilter wird ebenfalls mit dem Grid-Dipper eingemessen. Beide Abstimmkreise werden einzeln etwa auf Kanalmitte abgestimmt. Jetzt erst wird die kapazitive Kopplung durch Einlöten des Koppelkondensators C_2 herbeigeführt. Da außer der kapazitiven Kopplung auch noch eine induktive Kopplung vorhanden ist, die durch den mechanischen Aufbau (Abstand der beiden Spulen) bedingt ist, muß sich jetzt eine Durchlaßkurve von etwa 10 MHz Breite ergeben, wobei der Bild- bzw. Tonträger noch nicht auf der Flanke der Bandfilterkurve liegt. Das ist zur Vermeidung von Phasenverzerrungen, die sich dann im Bild bemerkbar machen würden, sehr wichtig.

Sollte ein entsprechender Meßsender vorhanden sein, so kann man die Kurven nach Bild 3 aufnehmen, die dem Durchlaß bis zum Gitter der Mischröhre entsprechen.

Hierzu wäre zu erwähnen, daß in dem Augenblick, in dem die Mischröhre Anodenspannung erhält, der Eingangswiderstand dieser Röhre den Gitterkreis bedämpft, so daß dieser Abfall durch die Resonanz des Eingangskreises wieder ausgeglichen werden muß, um eine annähernd symmetrische Durchlaßkurve zu erzielen.

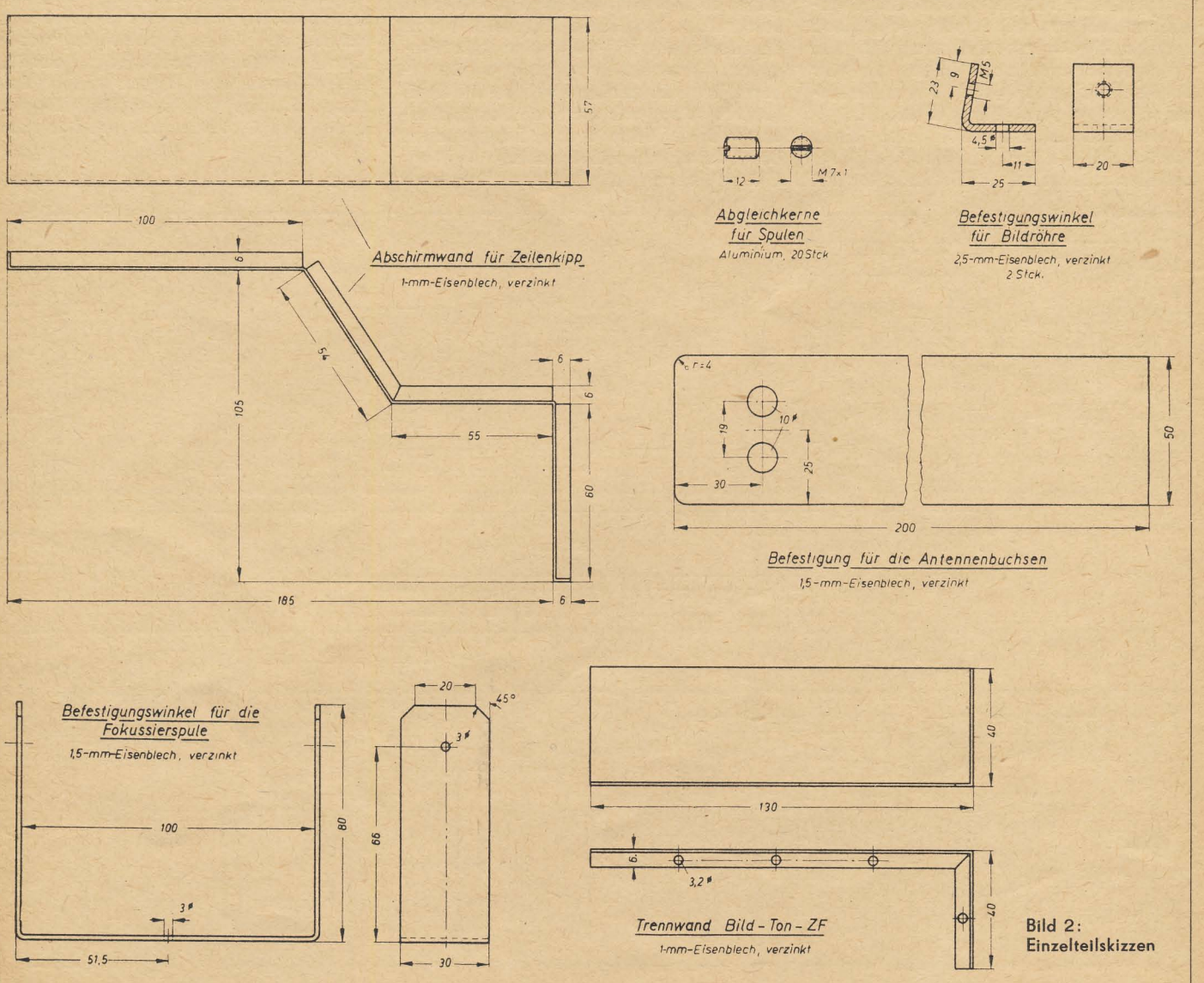


Bild 2: Einzelteilskizzen

Mitteilung aus dem VEB Werk für Fernmeldewesen „WF" Berlin

Schwebungssummer SSU 1

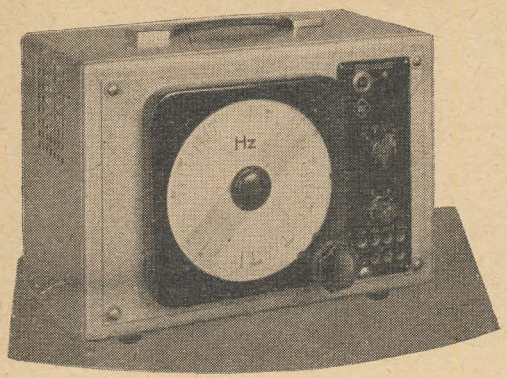


Bild 1: Ansicht des Schwebungssummers SSU 1

Der Schwebungssummer SSU 1 ist als Servicegerät für die Benutzung in Rundfunkreparaturwerkstätten gedacht. Er dient zur Überprüfung des NF-Teiles von Rundfunk- und Fernsehgeräten sowie von Lautsprechern, Übertragern usw. im Tonfrequenzgebiet. In weitem Bereich einstellbare Ausgangswiderstände ermöglichen eine vielseitige Anwendbarkeit. Darüber hinaus kann das Gerät auch allgemein für alle Zwecke der NF-Technik in Labors und Prüffeldern verwendet werden. Es gehört zu der Reihe der Meßgeräte für den Standardmeßplatz.

Aufbau

Das Gerät befindet sich in einem aluminiumfarbigen, mit Hammerschlaglack versehenen Gehäuse mit Traggriff. Die Frontplatte kann nach Lösen der vier Frontschrauben mit dem Einsatz herausgenommen werden. Die große, in Hz geeichte Einstellskala wird durch einen Kurbeltrieb betätigt. Auf der Frontplatte befinden sich weiter der Netzschalter mit Glimmlampe, der Stufenschalter, der Feinregler, die Einstellung für „0 Hz" mit Glimmlampe und die Ausgangsbuchsen 15 Ω, 200 Ω, LC und die Buchsenpaare „Tel" und „f_x" sowie die Erdungsbuchse und die Eingangsbuchse für Verstärkerbetrieb.

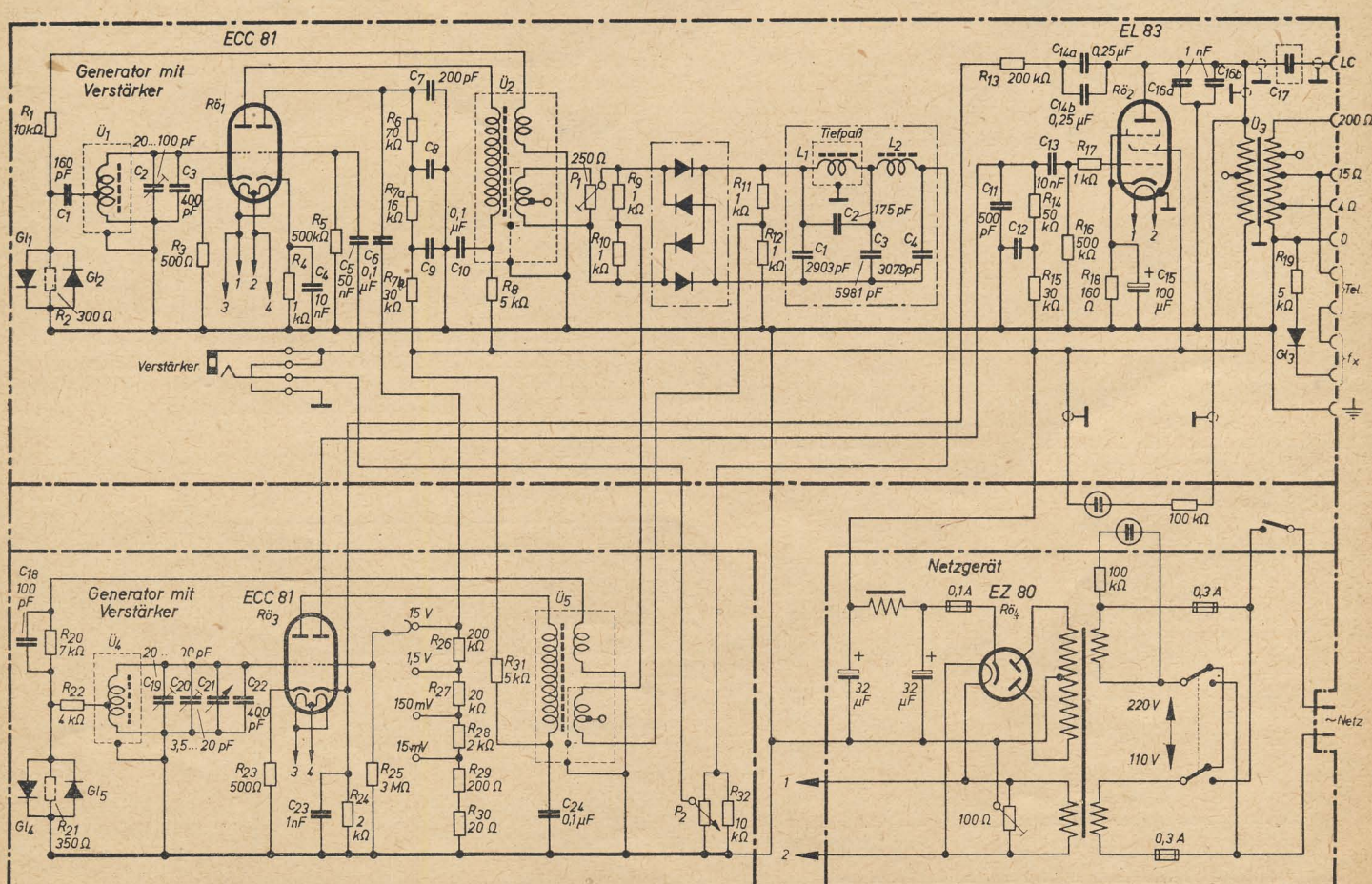
Auf der Rückseite des Gerätes befinden sich die Netzsicherungen, der Spannungswahlschalter für 220 und 110 V ~, eine Schraubbuchse zur Erdung und der Gerätestecker zum Anschluß für das Netzanschlußkabel.

Wirkungsweise

Die Wirkungsweise des Schwebungssummers läßt sich mit wenigen Worten beschreiben. Zwei HF-Schwingstufen, von denen die eine HF-Stufe eine feste Frequenz, die zweite dagegen eine veränderbare Frequenz erzeugt, werden an einen Modulator angeschlossen, an dessen Ausgang beide HF-Frequenzen Schwebungen im Tonfrequenzgebiet erzeugen. Nach Unterdrückung aller Störanteile durch einen Tiefpaß werden diese neu gewonnenen Tonfrequenzen einem NF-Verstärker zugeführt, der sie am Ausgang mit einstellbarer Leistung abgibt. Der gesamte Tonfrequenzbereich kann — ohne jede Bereichumschaltung wie beim RC-Summer — durch Variieren eines Drehkondensators in der veränderbaren HF-Schwingstufe bei logarithmischer Frequenzteilung überstrichen werden. Das Gerät setzt sich im wesentlichen also aus vier elektrischen Bauteilen zusammen, den HF-Schwingstufen, der Modulatorschaltung mit anschließendem Tiefpaß, dem NF-Verstärker mit Ausgangsübertrager und dem Netzteil.

Bezüglich der Schaltung der HF-Schwingstufen weist der Schwebungssummer SSU 1 eine Verbesserung gegenüber den bisher gebräuchlichen Geräten auf. Während man allgemein eine Oszillatorschaltung mit Amplitudenbegrenzung durch Gitterstrom anwendet, wobei

Bild 2: Schaltbild des Schwebungssummers SSU 1



aber stets eine geringere Frequenzkonstanz in Kauf genommen werden muß, wird in diesem Gerät die Amplitudenbegrenzung außerhalb der Röhre durch ein Gleichrichterpaar vorgenommen. Da die Röhre nur die 180°-Phasendrehung und die Verstärkung übernimmt (die weitere 180°-Phasendrehung erfolgt am Auskoppelübertrager), wird die Frequenzkonstanz des Oszillators weiter verbessert. Nachteilig ist allerdings die starke Verformung der HF-Schwingungen am Begrenzerglied, die durch den spannungsabhängigen Widerstand der Cu_2O-Gleichrichter bedingt ist. Durch gute Entkopplung mit C_1 und R_{22} und durch Verwendung von Schwingkreisen hoher Güte kann aber erreicht werden, daß den Gittern der Röhren $Rö_1$ und $Rö_3$ und somit den Auskoppelübertragern $Ü_2$ und $Ü_5$ eine reine Sinusschwingung zugeführt wird. Diese Forderung ist für die Mischung im Modulator sehr wichtig, da dessen Eingangsspannung zwecks Erzielung eines kleinen Klirrfaktors der Tonfrequenz auch sehr klirrarm sein muß, während diese scharfe Forderung für die

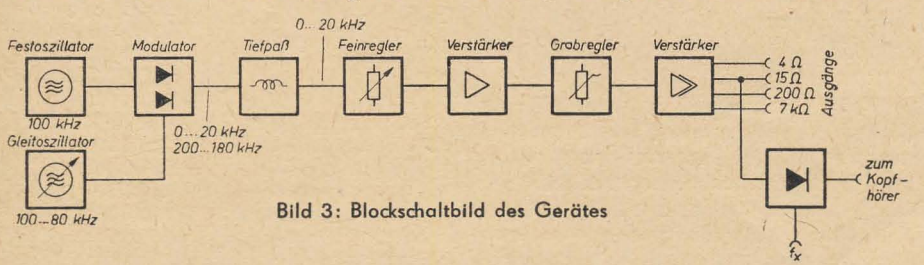


Bild 3: Blockschaltbild des Gerätes

variable HF-Spannung, die dem Modulator als Steuerspannung bzw. Umpolspannung zugeführt wird, keineswegs besteht.

Ein weiterer Unterschied gegenüber den üblichen Geräten findet sich in der Modulatorschaltung, bei der aus Gründen der Materialersparnis die symmetrischen Ein- und Ausgangsübertrager durch rein ohmsche Ein- und Auskopplung ersetzt wurden (R_9 bis R_{12}). Durch guten symmetrischen Schaltungsaufbau kann erreicht werden, daß dieser Sechspol bzw. der Modulator an seinen drei Anschlüssen gut entkoppelt ist. Diese Bedingung ist überaus wichtig, da sonst bei den tiefen Tonfrequenzen unter 100 Hz starke Verzerrungen und schließlich sogar ein Mitziehen beider HF-Stufen auftreten können. Nach Aussieben der Summenfrequenz und weiterer Störfrequenzen im Tiefpaß wird die Differenzfrequenz bzw. Tonfrequenz von etwa 50 mV über einen Feinregler (P_2) dem Eingang des NF-Verstärkers zugeführt. Der Verstärker besteht aus einer Triode $Rö_1$, die zur Verringerung des Klirrfaktors über den Katodenwiderstand stromgegengekoppelt ist, und nach Zwischenschalten eines Stufenschalters aus einer Pentode $Rö_2$ mit vorgeschalteter Triode $Rö_3$. Die von der Anode der Endröhre gewonnene Gegenkopplungsspannung wird der Katode der Vorröhre $Rö_3$ zugeführt, wobei diese Vorröhre für sich über den Katodenwiderstand R_{24} stromgegengekoppelt ist. Durch die starke Spannungsgegenkopplung über die Vorröhre $Rö_3$ wird nicht nur eine Verminderung des Klirrfaktors, sondern auch eine starke Herabsetzung des hohen Innenwiderstandes der Endpentode von etwa 30 kΩ auf wenige hundert Ohm erreicht. Den Ausgang des Verstärkers bildet ein reichlich dimensionierter Ausgangsübertrager, der mit Rücksicht auf den gleichmäßigen Frequenzgang aller Ausgänge mit Schichtwicklungen versehen wurde. Dadurch wird der Streufaktor niedrig gehalten und eine gleichmäßige Übertragung eines weiten Frequenzbereiches erreicht. Der durch die starke Spannungsgegenkopplung erzielte Gewinn des niedrigen Innenwiderstandes läßt sich leider nicht genügend durch Wahl des Ausgangsübertragers bezüglich Kerngröße und Induktivität ausnutzen, da bei kleiner Primärinduktivität, die übertragungsmäßig durchaus gerechtfertigt wäre, der hohe Blindstrom bzw. Magnetisierungsstrom bei tiefen Frequenzen die Endröhre überlasten würde. Es bleibt immerhin der Vorteil eines kleinen Generatorinnenwiderstandes, der die Spannung am Übertragerausgang trotz wechselnder Belastung weitgehend konstant hält und die bei tiefen Frequenzen entstehenden Eisenverzerrungen (k_3-Wert) genügend kurzschließt.

Verwendungszweck

Die Verwendung des Schwebungssummers ist recht vielseitig; im folgenden sollen die wichtigsten Messungen, für die das Gerät benutzt werden kann, erläutert werden:

Messung des Frequenzganges eines NF-Verstärkers

Durch Anlegen der Ausgangsspannung des Schwebungssummers an den Eingang des zu prüfenden Verstärkers und genaue Einstellung der Eingangsspannung und Kontrolle der Ausgangsspannung mit einem Spannungsmesser, etwa einem Röhrenvoltmeter, läßt sich die Linearität der Verstärkung über den gesamten Tonfrequenzbereich nachmessen. Eine gewünschte Anhebung der tiefen oder hohen Frequenzen (Baßregister, Sprache-Musikschalter sowie Höhen- und Tiefenregelung) kann meßtechnisch kontrolliert oder bei Bedarf auf vorgegebene Werte umgestellt werden. Meßanordnung entsprechend Bild 4.

Messen der Empfindlichkeit eines NF-Verstärkers

Auch hier wird die Ausgangsspannung des Schwebungssummers dem Verstärkereingang zugeführt und die Ausgangsspannung des Verstärkers durch ein Röhrenvoltmeter oder dergleichen überwacht. Beim Einstellen der Ausgangsspannung des Meßobjektes auf einen bestimmten Nennwert, zum Beispiel entsprechend der Ausgangsleistung von 1 W (83,7 V bei einem Anpassungswiderstand der Endröhre von 7 kΩ) kann die hierfür notwendige Eingangsspannung an dem geeichten Ausgangsspannungsregler des

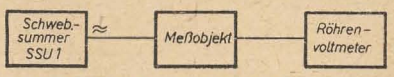


Bild 4: Blockschaltbild für Frequenzgang- und Empfindlichkeitsmessungen

Schwebungssummers unter Berücksichtigung des Wertes der eingestellten Spannungsdekade abgelesen werden. Sie entspricht der Empfindlichkeit des Gerätes bei dieser Ausgangsleistung. Meßanordnung entsprechend Bild 4.

Lautsprecherüberprüfung

Durch direkten Anschluß des Lautsprechers oder über den zugehörigen Übertrager kann der Lautsprecher auf seine Brauchbarkeit untersucht werden. Durch Verändern der Frequenz läßt sich die Eigenresonanz des Lautsprechers feststellen. Ebenso können Resonanzeffekte des Empfängergehäuses oder loser Metallteile und dergleichen (Auftreten von Klirrerscheinungen) festgestellt und lokalisiert werden. Auch die Funktion der Frequenzweiche bei zusätzlichen Hochtonlautsprechern ist auf ähnliche Weise kontrollierbar.

Filterprüfungen

Die Funktion des 9-kHz-Saugkreises im NF-Verstärker, der das Interferenzpfeifen benachbarter Sendestationen unterdrücken soll, ist mit dem Schwebungssummer auf ähnliche Weise wie bei der Aufnahme des Frequenzganges überprüfbar. Ebenso kann die Wirkungsweise von RC-Gliedern zur Erzielung eines bestimmten Frequenzganzes meßtechnisch erfaßt werden. Auch umschaltbare oder feste Tiefpaßfilter, wie sie zur wahlweisen Unterdrückung der Verringerung des Schallplattenrauschens bei einzelnen Tonabnehmern vorgesehen sind, lassen sich meßtechnisch gut überprüfen. Prüfanordnung entsprechend Bild 4.

Kabelprüfung

Die Eignung von Verbindungskabeln zu Mikrofonen oder Zweitlautsprechern kann unter Berücksichtigung des jeweils zweckmäßigen Ausgangswiderstandes durch frequenzabhängige Überprüfung ähnlich der bei Filtern mit dem Schwebungssummer und einem Röhrenvoltmeter schnell festgestellt werden. Prüfanordnung entsprechend Bild 4.

Prüfen von NF-Transformatoren

Das Feststellen des Übersetzungsverhältnisses sowie des Frequenzganges von Eingangs-, Gegentakt- und Ausgangstransformatoren kann bei Speisung des Prüflings durch den Schwebungssummer und Messen der Ausgangsspannung an der Sekundärwicklung ebenfalls schnell und leicht erfolgen. Prüfanordnung entsprechend Bild 4.

Prüfen von Mikrofonen

Unter Verwendung eines vom Schwebungssummer gespeisten Lautsprechers kann die Funktionsfähigkeit von beliebigen Mikrofonen durch Messen der Aus-

gangsspannung mit einem Röhrenvoltmeter überprüft werden. Bei einer Beurteilung des Mikrofonfrequenzganges ist allerdings der Frequenzgang des Lautsprechers mit in Rechnung zu stellen, der in der Regel keinen ausreichend geraden

Bild 5: Blockschaltbild für Mikrofonprüfung

Verlauf aufweist. Meßanordnung entsprechend Bild 5.

Prüfen von Magnettonbandgeräten

Bei Anschluß des Schwebungssummers an die Mikrofon- oder Rundfunkbuchsen des Magnettonbandgerätes können dessen Empfindlichkeit, Frequenzgang und Verzerrungen ermittelt werden, indem

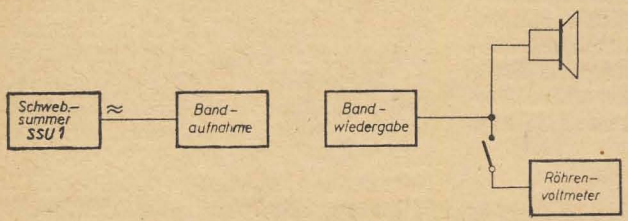


Bild 6: Blockschaltbild für Magnettonbandgeräteprüfung

man nach Aufnahme der im vorgesehenen Bereich veränderten Schwebungssummerfrequenz die Ausgangsspannung des Magnettonbandgerätes bei Wiederablauf der Aufnahme durch ein Röhrenvoltmeter überwacht bzw. durch einen Lautsprecher abhört. Prüfanordnung entsprechend Bild 6.

Messen der Frequenz von Fremdspannungen

Um die Frequenz irgendeiner tonfrequenten Spannung zu ermitteln, ist diese Spannung an das Buchsenpaar „f_x" zu legen und ein Kopfhörer an das Buchsenpaar „Tel" anzuschließen. Beim Verändern der Tonfrequenz des Schwebungssummers findet man eine Einstellung, bei der im Kopfhörer ein Schwebungsnull zu hören ist. Der auf der Frequenzskala abgelesene Wert entspricht dann der unbekannten Frequenz. Die zu untersuchende Spannung soll hierbei nicht größer als 10 V sein.

Verwendung des Gerätes als Verstärker für 30 Hz bis 20 kHz

Außer zur Erzeugung von Tonfrequenzspannungen kann das Gerät auch als Verstärker für den Frequenzbereich 30 Hz bis 20 kHz verwendet werden. Hierfür ist die Eingangsbuchse „Verst" auf der Frontplatte des Summers vorgesehen. Der Eingang ist hochohmig, und bei max. 50 mV Eingangsspannung läßt sich am LC-Ausgang eine Spannung von etwa 100 V erzielen, was einem Verstärkungsfaktor von 2000 entspricht.

Vorläufige technische Daten

Frequenzbereich	30 Hz bis 20 kHz
Frequenzunsicherheit	
Einstellunsicherheit:	$\leqq$ 2% ± 5 Hz
Frequenzwanderung/h:	$\leqq$ 0,5% ± 10 Hz
Abhängigkeit von Netzspannungsänderungen ±10%:	$\leqq$ 0,5% ± 5 Hz
Ausgangsleistung:	$\geqq$ 1 W
Ausgangswiderstand:	4, 15, 200 Ω, 7 kΩ (LC-Ausgang)
Ausgangsspannung an 200 Ω:	1 mV bis 15 V, geeicht einstellbar
Bereichsunterteilung:	1 bis 15 mV, 10 bis 150 mV, 0,1 bis 1,5 V, 1 bis 15 V
Unsicherheit der Ausgangsspannungseichung an 200 Ω bei 1000 Hz:	$\leqq$ 20% v. E.
Frequenzgang am 200-Ω-Ausgang (30 Hz bis 20 kHz):	$\leqq$ 2 dB
Klirrfaktor bei 1 W Ausgangsleistung (100 Hz bis 10 kHz):	$\leqq$ 3%
Störabstand bei 1 W Ausgangsleistung:	$\geqq$ 50 dB
Frequenzeichung:	mit Glimmlampe bei f = 0
Netzanschluß:	100 bis 125 V/200 bis 250 V, 48 bis 60 Hz
Leistungsaufnahme:	etwa 50 VA
Röhrenbestückung:	2 × ECC 81 1 × EL 83 1 × EZ 80
Gehäuseabmessungen:	etwa 308 × 233 × 160 mm
Gewicht:	etwa 8 kg

W. TAEGER

Einige Fernsehempfängerprobleme

Bei der Mehrzahl der Fernsehempfänger wird die Bildröhre an der Katode gesteuert (Bild 1), was ein negatives Signalgemisch an der Anode der Videoendröhre erfordert, das heißt, die Synchronisierimpulse liegen positiv am Punkt P. Für eine Abschneideschaltung, die den unteren Kennlinienknick einer Röhre zum

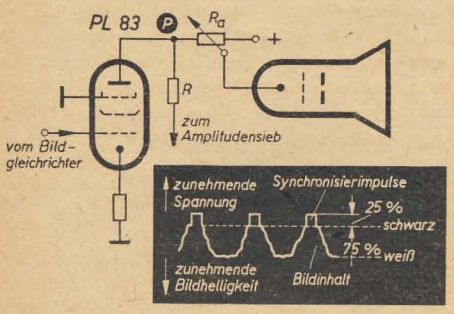


Bild 1: Bildendstufe

Trennen von Bildgemisch und Impulsgemisch ausnutzt (Bild 2), wird ein negatives Signalgemisch benötigt, das man ebenfalls an der Anode der Videoendröhre entnehmen kann. In den Fällen, wo das Signalimpulsgemisch bereits hinter der Gleichrichterstufe, also vor der Videoendröhre abgenommen und dem Impulssieb zugeführt wird, muß die Polarität durch eine besondere Phasenwenderöhre (gewöhnlich eine Triode) umgedreht werden.

Wird der Fernsehempfang durch Störimpulse (Zündfunken und ähnliches) gestört, so liegen die Störspitzen bei der in Deutschland üblichen Negativmodulation in Richtung der Synchronisierimpulse und können daher wie diese wirken, wodurch die Generatoren für die Horizontal- und Vertikalablenkung außer Tritt fallen können. Um die Störungen vom Amplitudensieb fernzuhalten, ist zwischen diesem und der Videoendröhre (falls hinter dem Amplitudensieb das Impulsgemisch abgenommen wird) ein größerer Widerstand von etwa 10 kΩ (R im Bild 1) zwi-

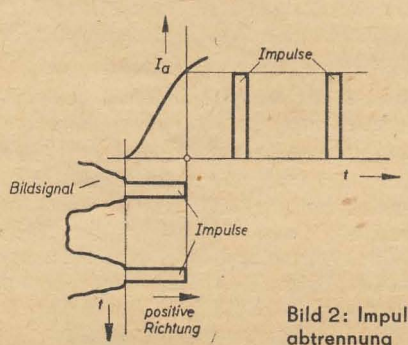


Bild 2: Impulsabtrennung

schengeschaltet. Statt dieser einfachen Störbefreiungsschaltung verwendet man in Spitzenempfängern auch kompliziertere Einrichtungen zur Störaustastung, zum Beispiel mittels der Austaströhre EH 90.

Im Bild 3 ist der HF-Amplitudenverlauf während der Dauer einer Zeile heraus-

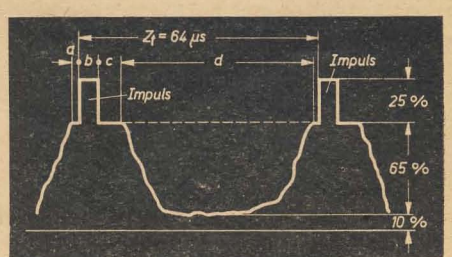


Bild 3: Verlauf der HF-Amplitude während einer Zeile

gezeichnet worden. Die Zeilendauer selbst beträgt:

$$Z = \frac{1}{15625} = 64\ \mu s.$$

Nach der allgemeingültigen Gerbernorm sind noch folgende Werte der Gesamtzeilendauer von Bedeutung:

a = vordere Schwarztreppe
= 1,5% von Z = 0,96 µs,

b = Horizontalsynchronimpuls
= 9% von Z = 5,75 µs,
c = hintere Schwarztreppe
= 8% von Z = 5,1 µs,
d = für die Bildübertragung verbleibender Teil
= 81,5% von Z = 52,0 µs.

Der Wert für den Weißpegel (hellstes Weiß, geringste Spannung) soll nicht unterhalb von 10% des Trägerspitzenwertes liegen, damit das Differenzträgerverfahren (Intercarrier) möglich ist. Die Synchronimpulse steuern den Sender über den Schwarzwert hinaus („schwärzer als schwarz"), für sie steht also der Amplitudenbereich vom Schwarzpegel = 75% bis zur vollen Aussteuerung = 100% zur Verfügung. Der Bildsender gibt somit seine maximale Leistung nur während der Dauer der Synchronisierimpulse ab.

Für ein noch brauchbares Bild benötigt die Bildröhre eine Spannung von etwa 10 V_{ss}. Nach Bild 3 bedeutet das, daß Synchronisierimpulse von rund 3 V_{ss} im Amplitudensieb noch einwandfrei vom Bildsignal abgetrennt werden müssen.

Im allgemeinen verwendet man zwei Röhren — gewöhnlich die beiden Systeme

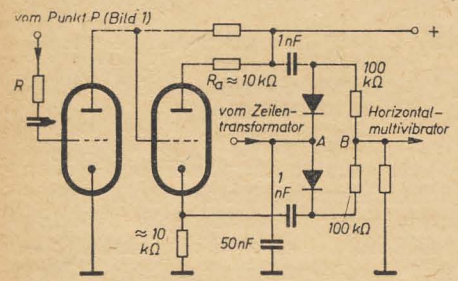


Bild 4: Doppeltes Amplitudensieb mit Phasenvergleichsschaltung

einer Doppeltriode — für die Trennung des Impulsgemisches vom Bildsignal, wie es Bild 4 zeigt. Etwaige Reste der Bildmodulation werden im zweiten System mit Sicherheit abgetrennt. Außerdem erfolgt hier ein Beschneiden des Impulsdaches. Der Anodenwiderstand der zweiten Triode muß dabei klein gehalten werden (≈ 10 kΩ). Rechnet man mit einer Röhrenausgangs- und Schaltkapazität von 10 pF, so ergibt sich mit einem R_a von 10 kΩ für die Zeitkonstante

$$T = R_a(c_a + C_{sch}) = 10 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-12} = 1 \cdot 10^{-7}\,s = 0{,}1\,\mu s.$$

Da nach der oben angegebenen Zeilennorm der Horizontalimpuls eine Dauer von 5,75 µs hat, bleibt die Impulsverformung bei einer Zeitkonstanten von 0,1 µs noch in tragbaren Grenzen. Im Bild 5 sind die hierbei auftretenden Verhältnisse stark übertrieben gezeichnet. Mit der ECC 81 als Doppelamplitudensieb und einem R_a von 10 kΩ ergibt sich eine etwa 10fache Verstärkung, so daß am Anodenwiderstand des zweiten Systems das sauber abgeschnittene Impulsgemisch mit etwa 30 V_{ss} zur Verfügung steht, wenn am Gitter des ersten Systems 3 V_{ss} anliegen (das erste System schneidet nur ab und verstärkt nicht).

Für die Nachlaufsynchronisierung wird sowohl das positive als auch das negative Impulsgemisch benötigt; aus diesem Grund ist das zweite System der Doppeltriode als Katodenverstärker (Anodenbasisschaltung) ausgelegt. Katoden- und Anodenwiderstand sind gleich groß, etwa je 10 kΩ, so daß auch die Amplituden der positiven und negativen Impulse gleich groß werden. Die Impulse laden die beiden

Bild 5: Verformung der Impulse

1-nF-Kondensatoren (Bild 4) infolge der Spitzengleichrichtung in den beiden Ge-Dioden auf gleich große, aber entgegengesetzte Spannungen auf, so daß, falls Punkt A Erdpotential hat, auch der Punkt B Erdpotential besitzt. Am Punkt A kann anstatt des Erdpotentials eine Sägezahnspannung liegen, die aus dem Rücklaufimpuls am Horizontalausgangsübertrager gewonnen wird. Je nach der gegenseitigen Phasenlage zwischen steuerndem Impuls und Sägezahn wird auch der Punkt B positiv oder negativ gegenüber dem Erdpotential. Die Spannung am Punkt B ist die Regelspannung, welche die Frequenz des Horizontalgenerators (Sperrschwinger oder Multivibrator) verändert. Für die Phasenvergleichsschaltung ist zu beachten, daß sich die beiden 1-nF-Kondensatoren während einer Zeilenperiode nur wenig entladen können. Da es sich für den Diodenkreis um eine Spitzengleichrichtung handelt, für die jedesmal einer der beiden 100-kΩ-Widerstände die Belastung darstellt, muß die aus Widerstand und Kapazität resultierende Zeitkonstante groß gegen die Zeilendauer sein (100 kΩ × 1 nF = 10^{-4}s = 100 µs).

Da bei der heute allgemein üblichen Nachlaufsynchronisation und Verwendung eines Multivibrators als Horizontalgenerator die Regelspannung einem freien

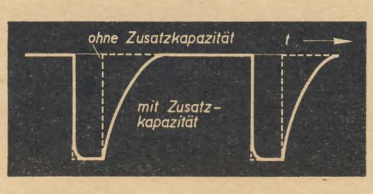


Bild 6: Von einem Multivibrator gelieferte Impulse

Gitter zugeführt werden muß, ist der Multivibrator katodengekoppelt. Ein Multivibrator liefert im allgemeinen einen rechteckigen Spannungsimpuls. Da zur Aussteuerung der Horizontalendstufe jedoch eine sägezahnförmige Spannung benötigt wird, werden durch Kapazitäten

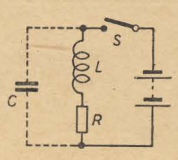


Bild 7: Ersatzschema für die Horizontalendstufe und die Ablenkspule

die Impulsflanken verschliffen, wie Bild 6 zeigt.

Zum Verständnis der Vorgänge bei der Horizontalablenkung dient Bild 7. In Reihe mit der Induktivität liegt ein ohmscher Widersatnd R über einen Schalter S an einer Batterie. Die gestrichelt angedeutete kleine Parallelkapazität C ist die unvermeidliche Schalt- und Wickelkapazität. Wird der Schalter S geschlossen, so beginnt ein Strom durch die Reihenschaltung und ein geringer Teil zum Kondensator C als Aufladestrom zu fließen. Der Strom in der Spule steigt nach einem Exponentialgesetz, wie es Bild 8 zeigt. Die Form des Anstiegs ist von der Größe des induktiven und ohmschen Anteils der Spule abhängig, wobei auch der innere Widerstand der Spannungsquelle eine Rolle spielt. Im Zeitpunkt T_1 wird der Schalter geöffnet. L und C bilden nun einen Schwingungskreis, und man erhält eine freigedämpfte Schwingung. Die in der Spule gespeicherte magnetische Energie verwandelt sich in elektrische im Kondensator und von elektrischer wieder in magnetische und so fort. Bei der Aufladung des Kon-

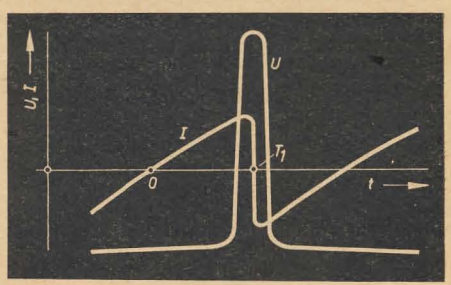


Bild 8: Strom und Spannung in der Horizontalablenkschaltung

densators C ist zunächst die Stromrichtung in der Spule weiter dieselbe wie vor Öffnung des Schalters, nur nimmt der Strom stark ab, weil die Spule ihre Energie abgibt. Gleichzeitig steigt die Spannung an C stark an und erreicht ihren Maximalwert in dem Moment, wenn kein Strom mehr fließt, also im Zeitpunkt T_1. Nun liefert der Kondensator seine Energie wieder zurück; es beginnt in entgegengesetzter Richtung ein Strom zu fließen. Sobald C entladen ist und der größte Strom in der Spule fließt, wird der Schalter S wiederum geschlossen. Der Strom fließt jetzt durch die Spule in die Batterie zurück, und zwar in derselben Kurvenform wie zuvor.

In praktischen Horizontalablenkschaltungen übernimmt eine Pentode (Horizontalendröhre PL 81, PL 36) die Funktion des Schalters; sie wird von den vom Horizontalgenerator gelieferten Sägezahnimpulsen derart gesteuert, daß sie so ähnlich wie ein Schalter wirkt. Wenn die steuernde Spannung am Gitter der Horizontalendröhre positiv ist, fließt von der Stromquelle (siehe auch Bild 9) über die Boosterdiode PY 83, den Wicklungsteil c—b und die PL 81 ein Strom. Ein entsprechender Strom, der vom Übersetzungsverhältnis des Ausgangsübertragers abhängt, fließt auch durch die Ablenkspulen. Wird jetzt die Steuerspannung am Gitter der PL 81 negativ, so wird die Röhre

gesperrt, der Schalter ist geöffnet und die freie Schwingung setzt entsprechend dem schnellen Horizontalrücklauf ein. Der Strom wird kleiner, geht durch 0 und wird negativ. Die Energie in der Spule ($^1/_2 \cdot L \cdot I^2$) ist nach einer Viertelschwingung in den Kondensator als elektrische Energie ($^1/_2 \cdot C \cdot U^2$) gewandert. Durch Gleichsetzen ergibt sich:

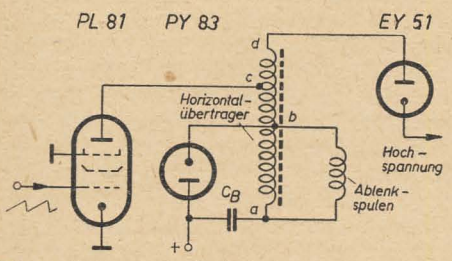
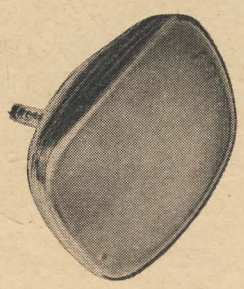


Bild 9: Horizontalablenkschaltung

$$L \cdot I^2 = C \cdot U^2, \; U = I \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Da C sehr klein ist, erhält man am Punkt d eine Spannungsspitze von etwa 5 kV, die zur Hochspannungserzeugung durch Hochtransformieren auf 12 bis 14 kV und Gleichrichtung in der Hochspannungsdiode EY 51 verwendet wird. Während der Zeit des Rücklaufs, also bei gesperrter Röhre (Schalter S im Bild 7 offen), liegt an der Katode der PY 83 ein Potential von etwa 3 kV. Das Katodenpotential ist wesentlich höher als das Anodenpotential, so daß auch die Boosterdiode PY 83 sperrt. Nach etwa einer halben Schwingung (Bild 8) geht die Spannung an der Katode der PY 83 gegen Null. Der Strom hat inzwischen sein negatives Maximum erreicht, der Schalter wird wieder geöffnet, das heißt, die Pentode PL 81 ist wieder durchlässig. In der Zeit des Rücklaufs ist der zeichnende Bildstrahl vom rechten Rand des Bildschirms zum linken Rand der übernächsten Zeile (Zeilensprung) gesprungen. Jetzt wird die Boosterdiode PY 83 wieder leitend. Der Boosterkondensator C_B (Bild 9) ist noch ungeladen und wird nun zum Wicklungsteil a—b über die PY 83 parallel geschaltet. C_B lädt sich langsam auf eine erhebliche Spannung auf. Wenn der Strom durch die Diode PY 83 wieder gegen Null geht, muß die Pentode PL 81 geöffnet werden; am Kondensator C_B hat sich eine Spannung von etwa 300 V aufgebaut, die sich zur Versorgungsspannung aus dem Netzgerät von etwa 200 V hinzuaddiert. Es steht also insgesamt eine Ablenkspannung von rund 500 V zur Verfügung (Boosterspannung zum Beispiel für das Schirmgitter der Bildröhre). Wesentlich ist, daß alle Röhren einen kleinen Innenwiderstand haben müssen, das heißt, es ist der steilste Teil der Röhrenkennlinie auszunutzen.



Betrachtungen zur Bildröhrenentwicklung

Wie überall, so wurden auch in Deutschland für die ersten Fernsehempfänger Bildröhren mit 36 cm Schirmdurchmesser bzw. Diagonale entwickelt. Da diese Röhren keinen gekrümmten, sondern einen ebenen Bildschirm hatten, wurde die Betrachtung des Fernsehbildes durch Spiegelungen von Beleuchtungskörpern oder sonstigen Lichtquellen, die oberhalb des Betrachters angebracht waren, nicht beeinträchtigt. Es waren also keine Spiegelungen zum Beschauer hin möglich.

Aus wirtschaftlichen und technischen Gründen (kürzere Baulänge der Bildröhren) wurden dann die Bildröhren mit kugeligem Bildschirm und 70°-Ablenkung entwickelt (Bild 1a). Wie Bild 2a veranschaulicht, können jetzt unter ungünstigen Umständen, wenn ein Beleuchtungskörper niedrig hängt (Stehlampen usw.), störende Reflexionen entstehen.

Die neueste Entwicklung geht dahin, den Ablenkwinkel noch weiter zu vergrößern. Bildröhren mit 90°-Ablenkung werden bereits industriell gefertigt, und es sind außerdem Röhren mit einem Ablenkwinkel von 100 bis 120° geplant. Bild 1b zeigt den Schnitt durch eine 90°-Weitwinkelbildröhre (schematisch). Man erkennt die nicht unwesentliche Verkürzung der Gesamtlänge der Bildröhre. Der Elektronenstrahl wird diagonal um 90° abgelenkt; das bedeutet, daß er in horizontaler Richtung — wie gezeichnet — um 85° und in vertikaler Richtung um 68° abgelenkt werden muß, damit das Bild gleichmäßig die gesamte rechteckige Schirmfläche ausfüllt. Für die ältere 70°-Ablenkung beträgt der entsprechende Winkel in der Horizontalen 65°. Da auch die Krümmung des Bildschirms bei einer Weitwinkelbildröhre wesentlich größer ist als bei einer 70°-Röhre (s. Foto der 90°-Bildröhre von Telefunken im Titel dieses Beitrages), erscheinen hier zwar die Lichtreflexe auf dem Schirm kleiner, aber es entstehen leichter störende Reflexe. Aus diesem Grunde ist es jetzt schon schwierig, die Geräte so zu stellen, daß beim Betrachten des Fernsehbildes diese störenden Reflexe vermieden werden.

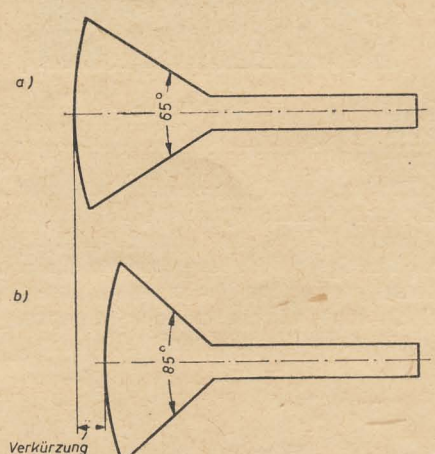


Bild 1: a) 53-cm-Röhre mit 70°-Ablenkung
b) 53-cm-Röhre mit 90°-Ablenkung

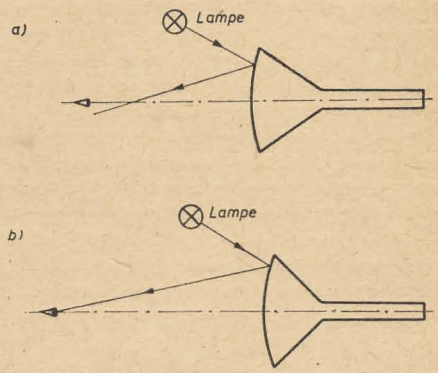


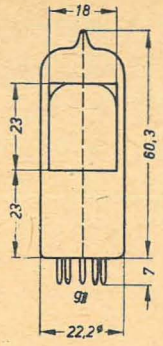
Bild 2: a) Reflexion einer Lampe bei einer Röhre mit 70°-Ablenkung
b) Reflexion einer Lampe bei einer Röhre mit 90°-Ablenkung

Aus den unterschiedlichen Schirmkrümmungen ergeben sich darüber hinaus auch noch unterschiedliche Bildeigenschaften. Bei einer Weitwinkelbildröhre sind die Fokussierung und die Bildgeometrie ungleich schwerer zu beherrschen als bei einer 70°-Röhre. Aber angenommen, daß Fokussierung und Geometrie stimmen, so werden doch im Fall einer schräg seitlichen Betrachtung des Bildes bei der stark gekrümmten Schirmfläche der Weitwinkelröhre alle senkrechten Linien des Bildes ebenfalls gekrümmt erscheinen. Nur wenn man genau vor der Mitte der Schirmfläche sitzt, wird die Bildgeometrie stimmen. Bei einer Bildröhre mit ebener Schirmfläche spielt es selbstverständlich keine Rolle, ob man das Bild von vorn oder etwa unter einem Winkel von 45° von der Seite betrachtet. Bereits bei einer Röhre mit 70°-Ablenkung ergeben sich bei schräger Betrachtung leicht gekrümmte senkrechte Linien. Je größer die Krümmung des Bildschirmes ist (das heißt mit kleiner werdendem Krümmungsradius), um so mehr erscheint das Bild auf der dem Betrachter abgewandten Seite horizontal stärker zusammengedrängt. Die geschilderten Nachteile werden zum Teil durch den bei einer Bildröhre mit größerem Schirmdurchmesser ohnehin gewählten größeren Betrachtungsabstand als bei kleinen Schirmdiagonalen wieder ausgeglichen. Innerhalb eines Betrachtungswinkels von etwa 25 bis 30° aus der Senkrechten werden gekrümmte Linien und zusammengedrängte Flächen — wenigstens bei lebhaft bewegten Bildern — nicht stören, da natürliche Körper keine strenge Symmetrie und keine absolut senkrechten Linien kennen.

RÖHRENINFORMATION

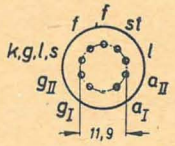
bearbeitet von Ing. Fritz Kunze

EM 83



Maximale Kolbenabmessungen

Anschluß der Sockelstifte, von unten gegen die Stifte gesehen ↓



Die folgenden Daten der Abstimmanzeigeröhre EM 83 sind als unverbindliche, vorläufige Werte zu betrachten. Die Magische Waage EM 83 erregte auf der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse beträchtliches Aufsehen. Sie ist die erste Abstimmanzeigeröhre, die eine einwandfreie Anzeige auch in FM-Empfängern gestattet. In den Messeberichten westdeutscher Fachzeitschriften wurden bereits nähere Angaben über diese Röhre veröffentlicht. Im allgemeinen bringen wir in den Röhreninformationen nur die Daten solcher Röhren, die bereits für unsere Rundfunkempfänger verwandt werden und die im Handel erhältlich sind. Obwohl mit der Fertigung der EM 83 aber erst im zweiten Halbjahr 1956 zu rechnen ist, sahen wir uns auf Grund der Bedeutung dieser Röhre veranlaßt, bereits jetzt vorläufige Daten und Schaltungen mit der EM 83 zu veröffentlichen. Wir bitten unsere Leser jedoch, von Anfragen über Lieferbarkeit der Röhre an unsere Redaktion und an das Röhrenwerk abzusehen. Es werden noch mehrere Monate vergehen, bis diese Röhre im Handel zu haben ist, denn nach Aufnahme der Fertigung müssen zunächst die Gerätefabriken beliefert werden.

Aufbau

Miniaturröhre mit neun Stiften (Novalröhre). Enthält zwei gleiche Triodensysteme, deren Anoden mit Steuerstegen verbunden sind, die in das Anzeigesystem hineinragen. Das Anzeigesystem, das oberhalb der Triodensysteme eingebaut und von diesen gut abgeschirmt ist, hat eine muschelförmige Leuchtfläche (siehe Foto), die durch ein Hochkantblech längs unterteilt ist, so daß zwei Leuchtbalken entstehen, deren Höhe von der Aussteuerung der Triodensysteme und damit von der Spannung der Steuerstege abhängt. Das Steuersystem hat eine besondere Katode (die im Innern des Röhrenkolbens aber mit der Triodenkatode verbunden ist) und ein mit der Katode verbundenes Anzeigegitter, das den Leuchtschirmstrom begrenzt und einen schnellen Verschleiß der Leuchtsubstanz verhindert. Eine besondere Abschirmung zwischen den Triodensystemen und dem Anzeigesystem liegt an der Katode.

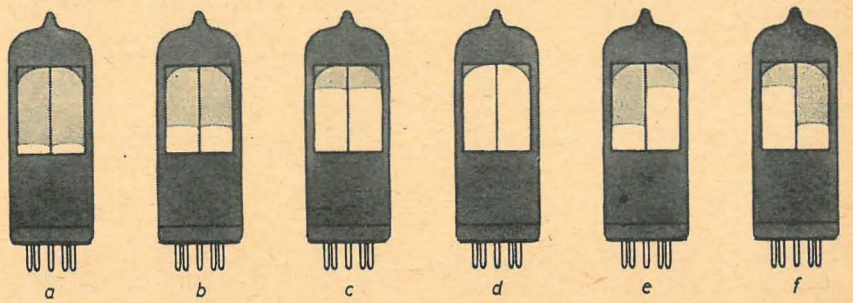
Foto der EM 83

Verwendung

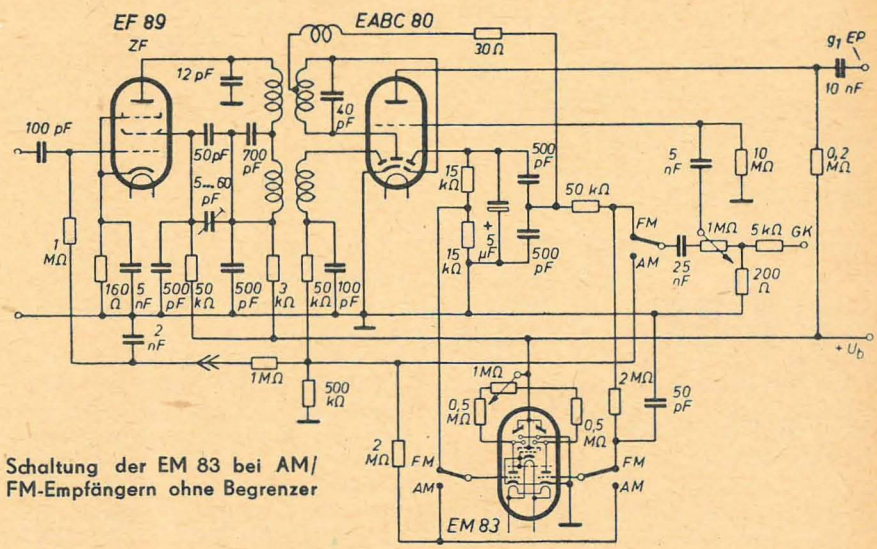
Magische Waage. Gestattet eine einwandfreie Anzeige auch bei frequenzmodulierten Sendern und ist die gegebene Abstimmanzeigeröhre für moderne AM/FM-Empfänger. Mit Hilfe der EM 83 ist es möglich, bei FM genau auf den Nulldurchgang der Diskriminatorkurve abzustimmen und gleichzeitig die Feldstärke des einfallenden Senders abzuschätzen. Bei genauer Abstimmung sind beide Leuchtbalken gleich lang, bei Verstimmung sind sie ungleich, so daß man sofort sehen kann, nach welcher Richtung die Abstimmung verstellt werden muß. Das ist ein Vorteil, den keine andere Abstimmanzeigeröhre zuläßt. Bei FM liegt der Nullpunkt des (unsymmetrischen) Ratiodetektors an den Triodengittern, bei AM wird die Regelspannung an die Triodengitter geführt.

Außer den Steuerstegen, die mit den Triodenanoden verbunden sind, enthält die Magische Waage noch einen Steg, der an einen Sockelstift geführt ist, und dem man von außen her ein Potential erteilen kann. Legt man diesen Steg an die Leuchtschirmspannung (+ 250 V), so ist das Anzeigesystem durch eine Gittervorspannung bzw. Steuerspannung von — 8 V voll ausgesteuert, und die Leuchthöhe beträgt 23 mm. Verbindet man diesen Steg dagegen mit der Katode (= 0 V), so ist eine Steuergitterspannung von — 16 V erforderlich, um eine Leuchthöhe von 18 mm zu erhalten. Der erstere Fall kommt vor allem dann in Frage, wenn die letzte ZF-Stufe als Begrenzer geschaltet ist, der zweite Fall, sofern keine besondere Begrenzerstufe vorhanden ist.

Durch die beiden getrennt herausgeführten Triodengitter besteht auch die Möglichkeit, beiden Systemen verschiedene Empfindlichkeiten zu erteilen. Legt man zum Beispiel an das eine Gitter nur eine Teilspannung (zum



Die Abstimmanzeige der EM 83 beim Empfang von frequenzmodulierten Sendern. Die Steuergitterspannungen werden am Nullpunkt des unsymmetrischen Ratiodetektors abgenommen
a) kein Sender, b) schwacher Sender, c) stärkerer Sender, d) sehr starker Sender, voll ausgesteuert
a) bis d) genau auf Nulldurchgang der Diskriminatorkurve eingestellt, e) und f) verstimmt, auf Seitenband eingestellt
Bei AM werden beide Steuergitter an die Regelspannung angeschlossen; die Anzeige entspricht dabei den Fällen a) bis d)



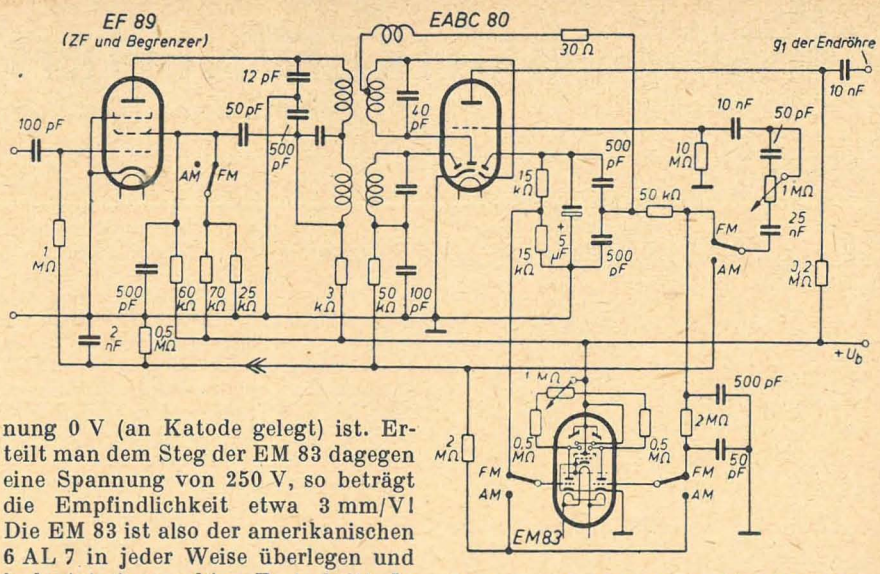
Schaltung der EM 83 bei AM/FM-Empfängern ohne Begrenzer

Beispiel über den Abgriff eines Potentiometers), an das andere Gitter aber die volle Spannung, so wird der Leuchtbalken des ersten Systems noch klein sein, wenn der des zweiten Systems schon seine ganze Länge erreicht hat. Das ist besonders wertvoll bei Verwendung der Magischen Waage als Aussteuerungsanzeiger in Tonbandgeräten, wobei sich eine Anzeige bis über 40 dB erreichen läßt. Auch als Nullspannungsanzeiger in Meßgeräten ist die EM 83 gut geeignet.

Paralleltypen

Eine Magische Waage wurde vor mehr als fünf Jahren in den USA entwickelt. Bei diesem Typ, 6 AL 7 GT, war das Leuchtsystem oben am Kolben ähnlich wie bei der EM 11 eingebaut. Die Röhre hatte einen Oktalsockel. In ihrem Aufbau entspricht die 6 AL 7 also keineswegs mehr den heutigen Erfordernissen.

Die EM 83 dagegen ist mit einer großen, muschelförmigen Leuchtfläche ausgerüstet, die senkrecht im Röhrenkolben steht, ähnlich wie beim Magischen Fächer EM 80. Die Leuchtfläche ist hierdurch mehr als 50% größer als bei der 6 AL 7. Auch der Aufbau der EM 83 unterscheidet sich von dem der 6 AL 7. In den Betriebsdaten der 6 AL 7 wird eine Leuchtschirmspannung von 315 V verlangt, bei der EM 83 dagegen nur 250 V. Die Mindestleuchtschirmspannung beträgt bei der 6 AL 7 220 V, bei der EM 83 aber nur 100 V. Die 6 AL 7 kann man im Gegensatz zur EM 83 also nicht an 110-V-Netzen betreiben. Während für die 6 AL 7 immer eine höhere Spannung als für die anderen Empfängerröhren notwendig ist, reicht bei der EM 83 in jedem Falle die für die anderen Röhren zur Verfügung stehende Betriebsspannung aus. Die Empfindlichkeit der 6 AL 7 ist 1 mm/V, sie stimmt mit der Empfindlichkeit der EM 83 überein, wenn die Stegspannung 0 V (an Katode gelegt) ist. Erteilt man dem Steg der EM 83 dagegen eine Spannung von 250 V, so beträgt die Empfindlichkeit etwa 3 mm/V! Die EM 83 ist also der amerikanischen 6 AL 7 in jeder Weise überlegen und bedeutet einen echten Fortschritt. In Westdeutschland und Westeuropa gibt es bisher noch keine Magische Waage[1]). Mit der EM 83 ist der Weltstandard in bezug auf Abstimmanzeigeröhren überflügelt.



Schaltung der EM 83 bei AM/FM-Empfängern mit Begrenzerstufe

Hersteller

VEB Funkwerk Erfurt, HV RFT.

Heizung

Indirekt geheizte Oxydkatode, Wechselstromheizung, Parallelspeisung.

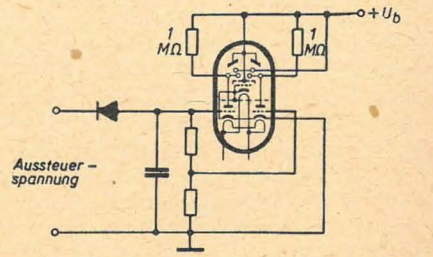
Heizspannung	U_f	6,3	V
Heizstrom	I_f	0,3	A

Betriebswerte

Leuchtschirmspannung	U_l	250	V
Betriebsspannung .	U_b	250	V
Anodenvorwiderstand	R_{aI}, R_{aII}	1	MΩ
Stegspannung	U_{st}	250 0	V
Gittervorspannung	U_g	0 ··· −8	0 ··· −16 V
Höhe der Leuchtbalken	s	4 ··· 23	3 ··· 18 mm

Grenzwerte

Leuchtschirmkaltspannung	$U_{lL\,max}$	550	V
Leuchtschirmspannung	$U_{l\,max}$	300	V
	$U_{l\,min}$	100	V
Anodenkaltspannung	$U_{aL\,max}$	550	V
Anodenspannung ...	U_{aI}, U_{aII}	300	V
Anodenbelastung ...	$N_{a\,max}$	0,5	W
Katodenstrom	$I_{k\,max}$	8	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1\,max}$	3	MΩ
Spannung zwischen Faden und Katode	$U_{f/k\,max}$	100	V

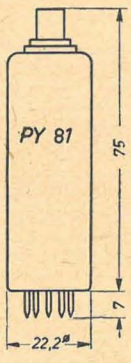


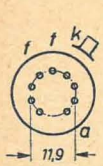
Die EM 83 als Aussteuerungsanzeiger für Tonbandgeräte

[1]) Wie wir erfuhren, befindet sich jetzt auch bei Telefunken eine ähnliche Magische Waage, die EM 801 für kommerzielle Zwecke, in der Entwicklung.

PY 81

Maximale Kolbenabmessungen →





Anschluß der Sockelstifte, von unten gegen die Stifte gesehen

Maximale Kolbenabmessungen, Aufbau und **Sockelschaltung** entsprechen der EY 81.

Verwendung

Die PY 81 wird in Allstromfernsehempfängern zu dem gleichen Zweck verwendet wie die EY 81 in Wechselstromfernsehempfängern.

Paralleltypen

Die amerikanische Bezeichnung für die PY 81 ist 17 Z 3.

Ursprünglich stellte Telefunken eine PY 81 mit einer strahlungsgeheizten Katode her. Die hohe Spannungsfestigkeit und Isolation zwischen Katode und Heizfaden wird durch einen großen Abstand zwischen Heizfaden und metallenem Katodenröhrchen erzielt. Infolge des großen Abstandes ist eine hohe Heizspannung (32 V) erforderlich, um die Katode zum Emittieren zu bringen. Bei der Horizontalablenkung wird die Katode während des Rücklaufs stark positiv gegen den Heizfaden, wodurch ein beträchtlicher Elektronenstrom vom Heizfaden zur Katode fließen kann. Telefunken ging deshalb dazu über, zwischen Heizfaden und Katode ein Isolierröhrchen anzubringen. Hierdurch wurde dieser Elektronenstrom unterbunden. Zugleich konnte auch der Abstand Heizfaden—Katode verkleinert und die Heizspannung wesentlich herabgesetzt werden (auf 20 V). Telefunken nannte diesen Typ PY 83. Valvo stellte eine ähnliche Röhre mit $U_f = 17$ V her und nannte sie PY 81. Es gibt also in Westdeutschland zwei grundverschiedene Röhren mit der gleichen Typenbezeichnung PY 81 sowie eine PY 83 (von Telefunken) und eine PY 81 (von Valvo), die sich kaum voneinander unterscheiden!

Die PY 81 der Deutschen Demokratischen Republik entspricht der Valvo-Ausführung der PY 81.

Hersteller

VEB Funkwerk Erfurt, HV RFT.

Heizung

Indirekt geheizte Oxydkatode für Allstrombetrieb, Serienheizung.

Heizspannung	U_f	17	V
Heizstrom ...	I_f	0,3	A

Grenzwerte und **Kapazitäten** entsprechen der EY 81.

LEHRGANG FUNKTECHNIK

Hörrundfunk

44. Fortsetzung

Von Dipl.-Ing. A. RASCHKOWITSCH

Neben der Eintaktschaltung, die für die Frequenzvervielfachung am zweckmäßigsten ist, wird auch die Gegentaktschaltung verwendet. Sie eignet sich jedoch nicht für eine Verdopplung der Frequenz, da die geradzahligen Harmonischen (ungeradzahligen Oberschwingungen) durch die Gegenschaltung der beiden Zweige einander aufheben und im Anodenkreis nicht auftreten. Gegentaktschaltungen können daher nur zur Erzeugung ungeradzahliger Harmonischen verwendet werden (Frequenzverdreifachung, Frequenzverfünffachung usw.).

Frequenzstabilität (Wellenkonstanz)

Wellenverteilung

Die Bewältigung des außerordentlich umfangreichen drahtlosen Nachrichtenverkehrs erfordert eine immer größere Zahl von Funkverbindungen. Damit ein einwandfreier Empfang sichergestellt werden kann, müssen die Sender einen bestimmten Frequenzabstand voneinander besitzen. Dieser kann im allgemeinen um so geringer sein, je größer Frequenzkonstanz und Oberwellenfreiheit der einzelnen Sender sind, wodurch die Zahl der möglichen Funkverbindungen vergrößert wird.

Die Wellenlängen für die verschiedenen Funkdienste (z. B. feste Funkdienste, Flug- und Schiffsfunkverkehr, See- und Flugnavigation, Rundfunk usw.) werden von Zeit zu Zeit auf zwischenstaatlichen Konferenzen festgelegt. Man fordert heute das Einhalten der zugewiesenen Frequenz bis auf $\pm 1 \ldots 2 \cdot 10^{-6}$. Für bewegliche Stationen und solche kleinerer Leistung sind die Bedingungen weniger streng als für ortsfeste Anlagen. Rundfunksender unterliegen den strengsten Bestimmungen.

Ursachen der Frequenzschwankungen

Der praktische Senderbetrieb weist bei unsachgemäßem Aufbau eine Reihe von Schwankungen der Betriebsfrequenz auf. So kann die Rückwirkung der Antenne auf den Steuersender zu Frequenzverwerfungen führen. Eine zu feste Antennenkopplung verursacht das sogenannte „Ziehen" der Betriebsfrequenz (Bild 504, Seite 282). Die Zieherscheinung hat ihre Ursache in der Doppelwelligkeit zweier fest gekoppelter Schwingkreise [vgl. DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 6 (1953) S. 189]. Vergrößert man die Kapazität C_A im Antennenkreis, so nimmt die Frequenz zunächst stetig ab bis Punkt 1. Bei weiterer Vergrößerung der Antennenkapazität springt sie auf den Wert 1' um. Beim Verkleinern der Kapazität erfolgt nun das Umspringen nicht beim selben Kapazitätswert wie vorhin, sondern bei einem kleineren Wert, welcher von der Kopplung zwischen den beiden Kreisen abhängt. Es erfolgt also ein Mitziehen der Senderfrequenz (Koppelwellen).

Die Antennenkapazität kann sich z. B. bei Vergrößerung der Wind- und Eisbelastung ändern. Infolge von Witterungseinflüssen ist auch der Widerstand des Antennenkreises Schwankungen unterworfen. Eine lose Antennenkopplung vermeidet wohl die Zieherscheinung, d. h., die Betriebsfrequenz ist vom Antennenkreis unabhängig, sie hat jedoch den Nachteil, daß zu wenig Energie ausgekoppelt wird.

Aus diesen Gründen wird man den Sender möglichst mehrstufig ausführen und alle Einflüsse, die Frequenzschwankungen verursachen können, vom Schwingkreis des Steuersenders fernhalten. Um Frequenzänderungen durch Temperaturschwankungen klein zu halten, wird der Schwingkreis durch geeignete Bauelemente temperaturkompensiert ausgeführt [vgl. DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 6 (1953) S. 188 bis 189]. Die vollkommene elektrische Abschirmung verhindert gleichzeitig eine Frequenzänderung durch kapazitive Beeinflussung (z. B. beim Berühren von Bedienungselementen). Tastung und Modulation, die als Belastungsschwankungen die Frequenz des Steuersenders beeinflussen, werden im Hauptsender oder in einer geeigneten Zwischenstufe vorgenommen. Die Betriebsspannungen der Steuerstufe sind möglichst konstant zu halten.

Frequenzstabilisierung durch Kristallsteuerung

Für hohe Ansprüche wird der mit einem Stabilisierungskristall ausgerüstete Steuersender angewendet [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 5 (1955) S. 158]. Als Schwingkristall wird meist Quarz verwendet. Daneben spielen auch Turmalin und Seignettesalz eine gewisse Rolle. Ihre Temperaturabhängigkeit ist jedoch schlechter als beim Quarz. Zum Vermeiden des Temperatureinflusses verwendet man Thermostate, in die der Kristall eingebaut wird. In der Sendetechnik werden im allgemeinen zwei Quarzformen verwendet. Der Stabquarz (Längenschwinger) eignet sich besonders für Frequenzen unter 300 kHz. Für höhere Frequenzen ist der Rundquarz (Dickeschwinger) geeigneter, weil seine Abmessungen kleiner sind.

Schwingquarze zeigen bei zu starker Belastung vielfach außer ihrer Resonanzfrequenz eine Reihe weiterer Eigenschwingungen, die als Nebenfrequenzen oder Nebenwellen bezeichnet werden, weil sie im allgemeinen in keinem ganzzahligen Verhältnis zur Grundschwingung stehen. Das Auftreten der Nebenfrequenzen erklärt sich dadurch, daß der Quarz in diesem Betriebszustand kein reiner Dickeschwinger mehr ist. Neben den Verunreinigungen des Quarzmaterials sind auch der Schnitt und die Abmessungen des Quarzes für diese Erscheinung verantwortlich. Das Verhältnis Plättchendurchmesser : Dicke soll nicht kleiner als 10 : 1 sein, da sonst keine reinen Dickeschwingungen auftreten.

Quarzstabilisierung über einen ganzen Frequenzbereich

Die Quarzstabilisierung der Oszillatorfrequenz weist den Nachteil auf, daß die Frequenz nur unwesentlich geändert werden kann (Ziehen des Quarzes durch Ändern der Parallelkapazität). Bei größeren Frequenzänderungen müssen die Quarze ausgewechselt werden.

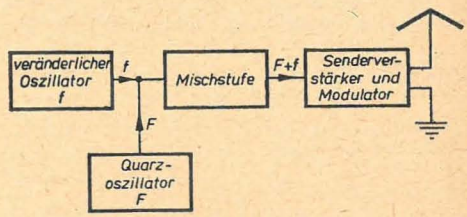


Bild 505: Quarzstabilisierung über einen ganzen Frequenzbereich

Bei Kurzwellensendern macht man jedoch häufig von der Schaltung nach Bild 505 Gebrauch. Man erzeugt mit einem Quarzoszillator die Frequenz F und mit einem selbsterregten Oszillator eine veränderliche Frequenz f, die klein gegenüber F ist. Überlagert man die beiden Frequenzen, so erhält man die Frequenzen $F \pm f$, die ebenfalls veränderlich sind. Ist z. B. $F = 10$ MHz und $f = 10$ kHz, so ist $F + f = 10{,}01$ MHz. F kann durch den Quarz auf rund 10^{-6}, d. h. auf 10 Hz, konstant gehalten werden. Die Konstanz der selbsterregten Schwingung kann leicht auf etwa 10^{-3}, also ebenfalls auf 10 Hz, gebracht werden. Die Frequenz $F + f$ kann somit auf rund 20 Hz genau eingehalten werden. Die Erzielung dieser Frequenzgenauigkeit mit selbsterregten Oszillatoren bereitet im Kurzwellenbereich bereits große Schwierigkeiten.

Frequenzstabilisierung selbsterregter FM-Sender

Die Frequenzmodulation gestattet nicht die Stabilisierung der Betriebsfrequenz mittels eines Schwingkristalles

[vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 13 (1955) S. 409]. Man wendet hier zur Frequenzstabilisierung ein ähnliches Verfahren an wie bei der automatischen Scharfabstimmung eines Empfängers. Nach Bild 506 wird vom Ausgang des Frequenzverdopplers der Mischstufe eine Teilspannung zugeleitet. Hier findet die Mischung mit einer im quarzgesteuerten Oszillator erzeugten Vergleichsfrequenz statt. Die entstehende Differenzfrequenz wird dem Diskriminator zugeleitet Liegt diese Frequenz, entsprechend der Abweichung der FM-Oszillatorfrequenz, tiefer oder höher als der Normalwert, so liefert der Diskriminator eine positive bzw. negative Korrekturspannung für die Reaktanzröhre.

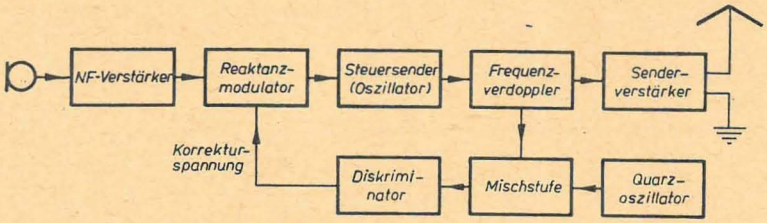


Bild 506: Blockschaltung eines frequenzstabilisierten FM-Senders

Deren Arbeitspunkt wird so verschoben, daß die dadurch bedingte Kapazitäts- bzw. Induktivitätsänderung die ursprüngliche Oszillatorfrequenz wieder einstellt. Man kann hierdurch die Oszillatorfrequenz auf etwa 10^{-4} genau einhalten.

Ein ähnliches Stabilisierungsverfahren erhält man, wenn die Korrekturspannung zum Antrieb eines Motors verwendet wird, der einen Nachstimmkondensator im HF-Kreis des Oszillators derart steuert, daß die Frequenzabweichung durch Nachstimmen ausgeglichen wird.

Unterdrückung der Oberwellen

Wirkung der Oberwellen

Der B- und C-Betrieb der Senderöhren hat eine hohe Anzahl von höheren Harmonischen zur Folge [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 7 (1955) S. 220]. Obwohl ihre Energie nur sehr gering ist, so führen sie doch zu erheblichen Empfangsstörungen, da es unmöglich ist, die Wellenverteilung so vorzunehmen, daß die Oberwellen nicht in den Empfangsbereich fallen. Deshalb ist es besonders wichtig, daß die Oberschwingungen bereits im Sender zum größten Teil unterdrückt werden. Man kann sie durch geeignete Schaltung und Kopplung der Senderstufen vernachlässigbar klein halten (< 200 mW). Um eine direkte unkontrollierbare Abstrahlung der Oberschwingungen durch die Bauelemente und Verdrahtung zu vermeiden, ist der ganze Sender gut abzuschirmen. Stromversorgungszuleitungen sind gut zu verdrosseln. Hierzu eignen sich besonders der LC-Tiefpaß und seine Abarten.

Der Zwischenkreis

Am zweckmäßigsten wird die Oberwellenunterdrückung durch einen oder mehrere Zwischenkreise vorgenommen (Bild 507). Dies sind auf die Betriebsfrequenz abgestimmte Reihenresonanzkreise, die zwischen Leistungsstufe und Antennenkreis geschaltet werden. Im Gegensatz zu einem Sperr- oder Leitkreis überträgt der Zwischenkreis durch seine Koppelspule Leistung in den Verbraucher (Antenne). Für die Resonanzfrequenz ist sein Widerstand sehr klein (Reihenresonanz), so daß ein kräftiger Strom dieser Frequenz fließt und auf die Sekundärseite induktiv einwirkt. Für jede weitab liegende Frequenz (Oberschwingungen) ist sein Widerstand sehr hoch und der Strom solcher Frequenzen vernachlässigbar klein. Wählt man das L/C-Verhältnis möglichst groß, so wird die Resonanzüberhöhung wegen der geringen Dämpfung besonders stark und die Siebung sehr hoch [vgl. DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 6 (1953) S. 187]. Man kann den Zwischenkreis auch zur Kopplung zweier beliebiger Senderstufen verwenden. Die Elemente des Zwischenkreises müssen so bemessen werden, daß sie die aufzunehmende Blindleistung ohne große Verluste verarbeiten können. Verwendet man gute Spulen und Kondensatoren, so betragen die Verluste nur etwa 2 bis 3% der zugeführten Leistung.

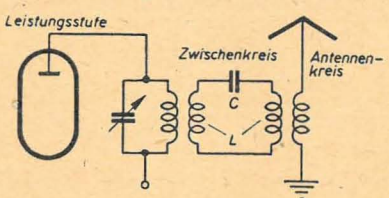


Bild 507: Zwischenkreis zur Oberwellenunterdrückung im Antennenkreis

Treten kapazitive Kopplungen für die Oberschwingungen auf, so kann die Wirkung des Zwischenkreises in Frage gestellt werden. Es ist daher für eine gute statische Abschirmung aller Bauteile zu sorgen.

Wilde Schwingungen

Wilde Schwingungen können in jeder Senderstufe entstehen. Besonders leicht treten sie in Leistungsstufen auf, und zwar sowohl bei Eintakt- als auch bei Gegentaktschaltungen. Die Mitkopplung kann auch über zwei und mehr Röhren erfolgen. In den meisten Fällen bietet die Gitteranodenkapazität einen Weg für die Mitkopplung (Bild 508). Auch bei neutralisierten Stufen können wilde Schwingungen entstehen, da die Neutralisation meist nur für einen bestimmten Frequenzbereich durchführbar ist [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 12 (1954) S. 376].

Wilde Schwingungen können jedoch entsprechend den mitschwingenden Teilen der Verdrahtung der Senderstufe die verschiedensten Frequenzen haben. Sie reichen vom Langwellenbereich bis in das Dezimeterwellengebiet hinein. So bilden zum Beispiel die Gitter- und Anodenzuleitungen mit den schädlichen Kapazitäten und den Schwingkreiskondensatoren Resonanzkreise sehr hoher Eigenfrequenzen (100 bis 200 MHz). Mit den Block- und Kopplungskondensatoren bilden sie Schwingungskreise, deren Resonanzfrequenzen im HF-Gebiet, insbesondere im KW-Bereich, liegen (Bild 508). Man wird daher diese Zuleitungen möglichst kurz ausführen. Wo das aus konstruktiven Gründen nicht durchführbar ist, verringert man die Induktivität der Zuleitung durch große Oberflächen und bildet sie zum Beispiel als Kupferband aus. Die Zuleitungen zu den möglichst induktionsfreien Blockkondensatoren sollen ebenfalls sehr kurz gehalten werden, und deren Masseverbindungen sind, zur Vermeidung unkontrollierbarer Kopplungen über das Chassis, direkt an den Katodenmassepunkt zu legen. Auch die Siebglieder der Stromversorgung (Drosselspulen, Blockkondensatoren) bilden Resonanzkreise wilder Schwingungen. Die Frequenzen dieser Störschwingungen liegen meist im Langwellenbereich (100 bis 200 kHz). Sie können zum Beispiel dadurch unterbunden werden, daß man die Induktivität der Gitterdrossel vermindert oder die der Anodendrossel erhöht.

Neben diesen rein konstruktiven Maßnahmen zur Beseitigung der wilden Schwingungen gibt es grundsätzlich zwei schaltungsmäßige Möglichkeiten, ihre Selbsterregung zu verhindern. Die eine Möglichkeit besteht darin, die Rückkopplungsbedingungen (Rückkopplungsgrad, Phase) durch Zwischenschalten entsprechender Blindwiderstände (Drosselspulen, induktionsfreie Siebkondensatoren, Sperr- und Leitkreise) derart zu verändern, daß eine Selbsterregung nicht erfolgen kann (Bild 509). Andererseits kann durch Einführung genügend großer

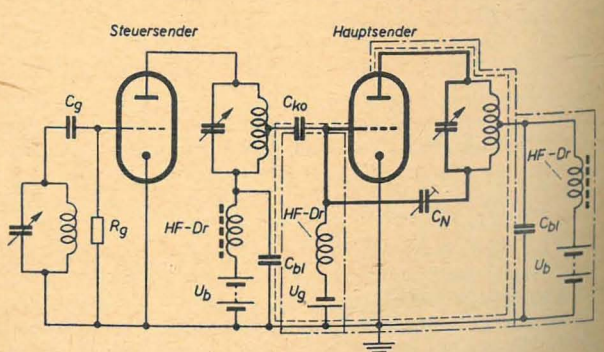


Bild 508: Selbsterregung wilder Schwingungen in einem zweistufigen Sender über die Gitteranodenkapazität
Voll ausgezogener Kreis: UKW-Störschwingungen (100 bis 200 MHz);
gestrichelter Kreis: HF-Störschwingungen (KW-Bereich);
strichpunktierter Kreis: LW-Störschwingungen (drosselangwellige Schwingungen)

Dämpfung, zum Beispiel durch geeignet geschaltete Dämpfungswiderstände (Silitstäbe), die Rückkopplung so schwach gemacht werden, daß sie für eine Selbsterregung nicht ausreicht. Diese Methode ist allerdings nicht immer anwendbar, da Dämpfungswiderstände frequenzunabhängig wirken und, zum Beispiel in die Anodenleitung geschaltet, auch die Nutzschwingungen der Betriebsfrequenz dämpfen würden. In beiden Fällen muß jedoch darauf geachtet werden, daß diese Maßnahmen die Wirkungsweise der Stufe für die Betriebsfrequenz nicht beeinträchtigen. Die Erfüllung dieser Forderung ist, insbesondere bei Kurzwellensendern, unter Umständen recht schwierig.

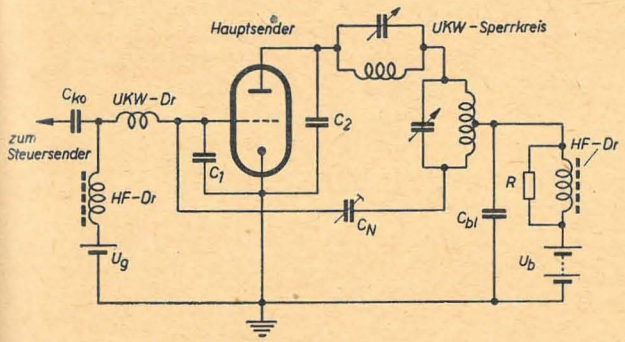


Bild 509: Schaltungsmaßnahmen zur Unterdrückung wilder Schwingungen. C_1, C_2: HF-Siebkondensatoren; R: Dämpfungswiderstand für Drosselschwingungen.

Wilde Schwingungen entziehen dem Sender Energie (daher oft die Bezeichnung „parasitäre" Schwingungen), verschlechtern dadurch seinen Wirkungsgrad und verringern die Ausgangsleistung. Bei zu starker Resonanzüberhöhung gefährden sie die Bauelemente des Senders und können unter Umständen die Röhren zerstören. Es empfiehlt sich daher, die erste Inbetriebnahme eines Senders mit verminderter Anodenspannung und abgeschalteter Steuerspannung vorzunehmen. Das Vorhandensein wilder Schwingungen kann leicht durch eine hochisolierte Glimmlampensonde festgestellt werden. Ihre rasche Lokalisierung und Identifizierung erfordert jedoch große Übung und Erfahrung. Zur Untersuchung benötigt man einen Absorptionswellenmesser mit möglichst großem Frequenzbereich. Auf diese Weise kann man, die Anodenspannung schrittweise erhöhend, eine Senderstufe auf wilde Schwingungen prüfen und diese beseitigen. Dabei sind stets verschiedene Einstellungen der Abstimmung des Gitter- und Anodenkreises vorzunehmen und zu prüfen, ob nicht doch bei einer bestimmten Einstellung wilde Schwingungen auftreten. Schließlich ist zu prüfen, ob nicht im Betriebszustand, beim Tasten oder bei Modulation, infolge der Belastungsänderungen Störschwingungen auftreten.

Der getastete Sender (Telegrafiesender)

Tastverfahren

Durch die Tastung eines Senders wird die vom Antennenkreis ausgestrahlte Leistung oder auch die Frequenz (Frequenztastung) im Takte der Telegrafiezeichen geändert. Ein gutes Tastverfahren soll, zum Erzielen einer günstigen Zeichengebung, folgenden Anforderungen genügen:

1. Der Antennenstrom soll beim Schließen der Taste (Zeichengabe) möglichst rasch seinen Höchstwert erreichen und beim Öffnen der Taste (Pausen zwischen den Zeichen) möglichst schnell auf einen vernachlässigbar kleinen Wert abfallen.
2. In den Tastpausen soll der Sender möglichst wenig Leistung verbrauchen.
3. Mit einer kleinen Tastleistung soll eine möglichst große Senderleistung gesteuert werden.
4. Das Tastverfahren soll zum Erzielen einer guten Senderausnutzung eine hohe Zeichengeschwindigkeit zulassen. Die Tastorgane müssen dieser Geschwindigkeit folgen können.

Aus Gründen der Frequenzstabilität wird meist eine dem Oszillator folgende Stufe getastet. Die Tastung großer Leistungen (zum Beispiel Unterbrechen der Anodengleichspannungszuleitung) wird man in der Regel zu vermeiden trachten, und zwar sowohl aus Gründen der Sicherheit für das Bedienungspersonal, als auch wegen der erheblichen Funkenbildung bei plötzlicher Unterbrechung solcher Kreise.

Von besonderer praktischer Bedeutung ist das Gittertastverfahren. Man verändert hierbei die Gittervorspannung und beeinflußt dadurch in einfacher Weise den Anodenstrom. Bei kleineren Sendern genügt es meist, mit einer Taste die Gitterzuleitung zu öffnen und zu schließen. Bei mittleren und größeren Sendern kann die im Bild 510 dargestellte Tastschaltung

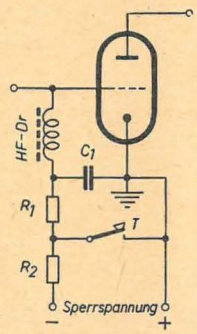


Bild 510: Gittertastverfahren

verwendet werden. Bei Pentoden kann in dieser Weise auch das Bremsgitter getastet werden. Die Sperrspannung wird dem Gitter der getasteten Röhre über zwei hochohmige Widerstände zugeführt. Beim Drücken der Taste T wird sie über den Teilwiderstand R_2, der zur Strombegrenzung dient, kurzgeschlossen. Bei geschlossener Taste fließt über R_1 ein Gitterstrom und erzeugt an diesem die normale Gittervorspannung für die Röhre. Die getastete Leistung ist im Gitterkreis relativ gering, so daß auch die Funkenbildung vernachlässigbar ist. In bezug auf die Taste bilden R_1 und C_1 ein RC-Siebglied zur Siebung der durch Tasten entstehenden Oberschwingungen und zum Unterbinden der Funkenbildung. Seine Zeitkonstante (R_1C_1) beeinflußt die Zeichenform.

Ähnliche Anordnungen können zum Beispiel auch beim Telefoniesender verwendet werden, um den Sender in Gesprächspausen zu sperren, so daß der Sender erst beim Drücken einer Sprechtaste betriebsbereit ist.

Die Gittertastung bei Verwendung einer besonderen Steuerröhre zeigt Bild 511. Die Katode der Steuerröhre liegt am Gitter, ihre Anode an der Katode der getasteten Röhre. Dem Gitter der Steuerröhre kann mittels der Taste und einer Hilfsstromquelle eine positive oder negative Vorspannung aufgedrückt werden. In der Steuerröhre fließt nur bei positiver Vorspannung ein Anodenstrom, so daß dann das Gitter der getasteten Röhre auf Katodenpotential liegt, das heißt die Röhre geöffnet wird.

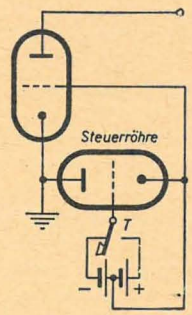


Bild 511: Gittertastverfahren mit Steuerröhre

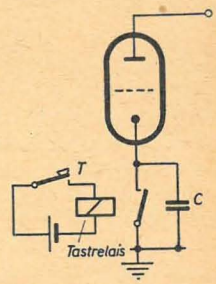


Bild 512: Katodentastverfahren mit Tastrelais

Eine weitere, besonders zur Tastung von Verstärkerstufen geeignete Tastmethode stellt das Katodentastverfahren dar (Bild 512). Hier werden durch Unterbrechen der Katodenleitung Gitter- und Anodenkreis gleichzeitig getastet. Bei direkt geheizten Senderöhren wird der Tastkontakt in die Mittelanzapfung der Heizwicklung gelegt. Zur Tastung verwendet man meist ein Tastrelais, damit die Taste nicht im Hochspannungskreis liegt.

Bei Schnelltelegrafie wird an Stelle der Handtaste ein maschinengesteuertes Relais verwendet, das 100 bis 150 Worte je Minute gut verarbeitet. Bei noch größeren Geschwindigkeiten verwendet man elektronische Tastapparate, die mit Röhrenanordnungen arbeiten.

Schaltung

Bild 513 stellt die Prinzipschaltung eines kleinen dreistufigen Telegrafiesenders dar. Zwischen dem Steuersender und dem Hauptsender befindet sich eine Puffer- oder Trennstufe. Sie hat in erster Linie die Aufgabe, den Steuersender zur Vermeidung von Rückwirkungen vom Hauptsender zu trennen. Ihre Verstärkung ist nicht hoch.

Die quarzgesteuerte Oszillatorstufe verwendet eine Pentode als Schwingröhre

(Rö 1), die eine ausreichende Steuerspannung für die Tetrode des Trennverstärkers (Rö 2) liefert. Die Ankopplung erfolgt kapazitiv an einer Anzapfung der Anodenschwingkreisspule des Oszillators. Dadurch wird die Rückwirkung der Tastung auf den Oszillator verringert. Der Trennverstärker wird mittels der Taste T in der Katodenleitung getastet. Der Kondensator C legt die Katode hochfrequenzmäßig direkt an Masse, so daß die HF-Spannungen von den Zuleitungen zur Taste ferngehalten werden. Dadurch wird eine Mitkopplung des Trennverstärkers vermieden, die unter Umständen bei langen Tastleitungen entstehen und zur Selbsterregung der Stufe führen könnte. Eine Neutralisation der Trennröhre erübrigt sich, da das Schirmgitter die für eine Mitkopplung in Frage kommende Gitteranodenkapazität wesentlich verringert.

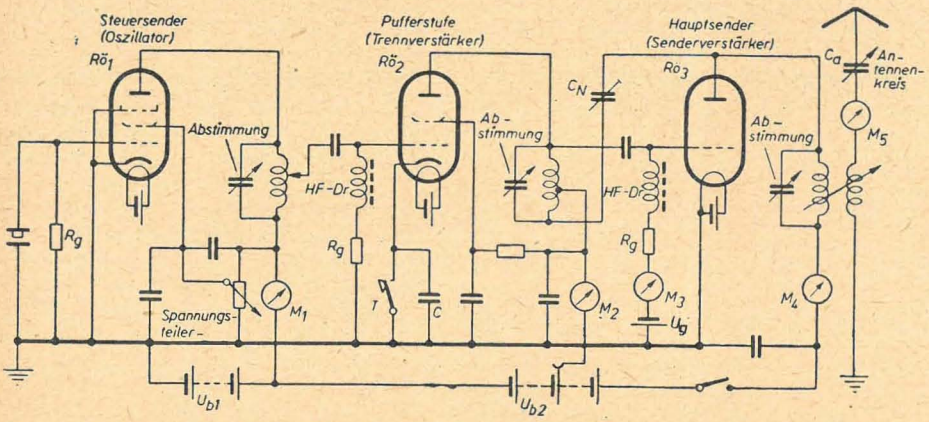


Bild 513: Prinzipschaltung eines kleinen dreistufigen Telegrafiesenders

Der Senderverstärker verwendet eine Leistungstriode, die neutralisiert werden muß. Die Neutralisation wird mit der Kapazität C_N vorgenommen (induktive Gitterneutralisation). Den exakten Wert des Neutrokondensators C_N bestimmt man in der Praxis meist durch Beobachtung der direkten HF-Übertragung aus dem Gitter- in den Anodenkreis. Hierzu werden die Heiz- und Anodenspannung der zu neutralisierenden Stufe abgeschaltet. Beim Anlegen einer Wechselspannung (Betriebsfrequenz) an das Gitter gelangt die HF in den Anodenkreis und wird dort durch geeignete Meßeinrichtungen, wie Spannungsmesser oder auch Glimmlampe, angezeigt. Nachdem man diese Anzeige durch Nachstimmen der Gitter- und Anodenkreise maximal eingestellt hat, wird die Neutrokapazität C_N so verändert, daß ein Anzeigeminimum auftritt. Hierbei ist zu beachten, daß die Schwingkreise nachzustimmen sind. Im Betrieb erkennt man die Richtigkeit der Neutralisationseinstellung der Stufe, wenn bei Abstimmungsänderung des Anodenkreises in Resonanznähe keine wesentliche Erhöhung des Gitterstromes auftritt. Da die Anodenkreisresonanz durch ein Minimum des Anodengleichstromes gekennzeichnet ist, muß bei richtiger Neutralisation dieses Minimum mit dem (schwachen) Maximum des Gittergleichstromes zusammenfallen. Die HF-Drosseln an den Gittern der beiden Verstärkerröhren (L = 1 ... 5 mH) haben die Aufgabe, das Abfließen der HF-Energie nach Masse zu verhindern.

Die Stromversorgung erfolgt aus Batterien oder durch Netzgleichrichter. Die Schirmgitterspannung der Steuerstufe wird einem Spannungsteiler entnommen, damit die Belastungsschwankungen beim Tasten den Oszillator nicht beeinflussen. Ein Schalter schließt die Betriebsspannung für den Senderverstärker an.

Die Strommesser in den Anodenzuleitungen (M_1, M_2 und M_4) dienen zum Abgleich der einzelnen Senderstufen und werden auf kleinsten Ausschlag eingestellt (Minimumabstimmung). Der Senderverstärker arbeitet im C-Betrieb; seine Aussteuerung wird bis zum maximal zulässigen Gitterstrom vorgenommen, der vom Strommesser M_3 angezeigt wird.

Die HF-Energie wird über eine regelbare induktive Kopplung dem Antennenkreis zugeführt. Der Anpassungskondensator C_a hat die Aufgabe, die verschiedenen Antennenanlagen an den Senderverstärker anzupassen. Die Anpassung ist für die Abstrahlung der HF-Energie sehr wichtig, da bei schlechter Antennenanpassung im Antennenkreis große Verluste auftreten[1]). Der Anpassungskondensator wird auf maximalen Antennenstrom, der durch den Strommesser M_5 angezeigt wird, eingestellt.

Vorteile des Tastbetriebes

Beim Aufkommen der modulierten Schwingungen hatte es den Anschein, daß die Funktelegrafie, wegen der verhältnismäßig unbequemen Tastung der Punkte und Striche des Morsealphabetes, durch die Funktelefonie abgelöst werden soll. Die Funktelegrafie hat jedoch verschiedene grundsätzliche Vorzüge gegenüber der Funktelefonie.

Die Telegrafiesender haben eine größere Reichweite als die Telefoniesender gleicher Oberstrichleistung, da bei den letzteren nicht nur die Hörbarkeit des empfangenen Signals ausschlaggebend ist, sondern auch die Verständlichkeit eine große Rolle spielt. Der Telegrafiesender ist kleiner und einfacher zu handhaben wie ein Telefoniesender gleicher Leistung, da die Modulationsstufe entfällt. Da ständig mit der Oberstrichleistung gearbeitet werden kann, wird der Telegrafiesender viel besser ausgenutzt als ein gleichwertiger Telefoniesender.

In einem gegebenen Frequenzbereich lassen sich wesentlich mehr Telegrafie- als Telefoniesender ohne gegenseitige Beeinflussung und Störung unterbringen, da die Telegrafiesender eine außerordentlich kleine Bandbreite von nur 100 bis 200 Hz benötigen [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 3 (1956) S. 74].

Der amplitudenmodulierte Sender (AM-Telefoniesender)

Die Prinzipschaltung eines kleinen zweistufigen AM-Telefoniesenders ist im Bild 514 (Heft 13) dargestellt. Der Steuersender ($Rö_1$) arbeitet als selbsterregter Oszillator in induktiver Dreipunktschaltung (Hartley-Schaltung). Um eine möglichst große HF-Ausgangsleistung mit wenigen Stufen zu erzielen, verwendet auch der Steuersender eine Leistungsröhre mit 1000 V Anodenbetriebsspannung. Die Stromversorgung erfolgt aus dem 220-V-Wechselstromnetz über einen Netzgleichrichter. Die Spule L_1 und der Kondensator C_1 bilden den abgestimmten Oszillatorkreis. Der Anodenteil A der Spule liegt parallel zur Anode und Katode (Heizung) über Kondensator C_2, Masse (Erde), Mittelanzapfung der Heizwicklung. Die HF-Drossel L_2 (1 bis 5 mH) verhindert das Fließen der HF-Energie über die Stromquelle und entkoppelt somit die Oszillatorstufe, während der Kondensator C_2 die Anzapfung der Spule L_1 hochfrequenzmäßig direkt an Masse (Erde) legt. Der Gitterteil B liegt zwischen Gitter und Katode (Heizung) über Blockkondensator C_3, Spulenteil B, Kondensator C_2, Masse (Erde), Mittelanzapfung der Heizwicklung. Die Gittervorspannung der Oszillatorröhre wird an der Gitterkombination R_4, C_4 automatisch erzeugt. Die HF-Drossel L_3 verhindert das Fließen der HF-Energie in den Gitter-Gleichstromkreis des Oszillators.

Die an der Teilwicklung D entstehende Oszillatorspannung liegt über Kopplungskondensator C_5 am Gitter des Senderverstärkers ($Rö_2$) und über Blockkondensator C_2, Masse (Erde), Mittelanzapfung der Heizwicklung an der Katode (Heizung). Der Kondensator C_5 ist um einige Windungen höher vom Wicklungsende der Spule L_1 angeschlossen, wodurch die Belastung des Oszillators durch den Senderverstärker herabgesetzt und seine Frequenzstabilität erhöht wird. Zwischen Oszillator und Senderverstärker besteht eine Drosselkopplung. C_6 ist der Neutralisationskondensator des Senderverstärkers. Die verwendete Leistungstriode würde wegen der Mitkopplung über die Gitteranodenkapazität unter Umständen selbst schwingen. Zum Vermeiden dieser Schwingneigung wird sie mit Hilfe einer geeigneten Brückenschaltung neutralisiert (induktive Gitterneutralisation) [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 12 (1954) S. 375/376]. Die Gittervorspannung für den Senderverstärker wird durch den fließenden Gittergleichstrom (C-Betrieb) an den Gitterableitwiderständen R_1, R_2 und R_3 erzeugt.

Wird fortgesetzt

[1]) Vgl. später den Abschnitt „Drahtlose Übertragung".

Literaturkritik und Bibliographie

Helmut Lindner

Lehrbuch der Physik für Techniker und Ingenieure

Band III; Elektrizitätslehre und Atomphysik
Fachbuchverlag Leipzig, 1955
215 Seiten, 377 Bilder, DIN C 5
Halbleinen 9,50 DM

Der vorliegende Band ist der letzte des von Helmut Lindner herausgegebenen Werkes „Lehrbuch der Physik". In zehn Hauptkapiteln befaßt sich das Buch mit allgemeiner Elektrizitätslehre und deren wichtigsten Zweiggebieten. Die restlichen zehn Hauptkapitel umreißen die Kernprobleme der neuzeitlichen Atomphysik. Man kann unschwer feststellen, daß auch bei dieser Ausgabe in drucktechnischer Hinsicht und Ausstattung durchaus Gutes geleistet wurde.

Leider haftet dem Inhalt eine Reihe von Nachteilen an, die der sonst guten Darstellung nicht zum Nutzen gereichen. Neben Druckfehlern sind Verstöße gegen die orthographischen Regeln zu finden. Die Darstellung einiger Punkte kann ebenfalls nicht immer unwidersprochen hingenommen werden. So fragt man sich beispielsweise, weshalb für den Leiterquerschnitt als Formelzeichen wieder das endlich fallengelassene q benutzt wird, wo doch in allen Vorschriften des VDE und sonstigen Veröffentlichungen sowie der Elektropraxis heute ausschließlich F dafür gesetzt wird. Ähnlich ist es mit der grafischen Darstellung von Röhrenkennlinien der Bilder 152, 154 und 155. Die Ordinate gehört auch hier wie immer im Koordinatensystem zum Nullpunkt der Abszisse. Unrichtig zum Kennlinienfeld der Abbildung 155 ist ferner die Kennlinie zu Null Volt Anodenspannung. Bekanntlich kann in diesem Fall I_a nicht mehr eine Funktion von U_a sein, auch wenn das Gitter dabei positive Werte annimmt. In den Prinzipschaltungen zu den Elektronenröhren (Bilder 146, 149 usw.) fehlen an den Verbindungspunkten der Leitungen untereinander die üblichen Punkte, die allen Gepflogenheiten entsprechend und nach DIN 40700 anzuwenden sind. Warum wurde im Bild 159 eine völlig veraltete Darstellung eines zweistufigen NF-Verstärkers gewählt? Wie übersichtlich läßt sich dagegen eine der heute üblichen Standardschaltungen darstellen und wieviel mehr hätte ein solches Schaltbild dem Lernbeflissenen sagen können!

Im Kapitel Wechselstromleistung gehen die Begriffe Schein-, Wirk- und Blindleistung zu unvermittelt ineinander über, ohne Rückschlüsse aus den vorhergehenden Gedankengängen ziehen zu können. Wenn der Studierende, für den Elektrotechnik nicht Hauptfach ist, hier klar sehen soll, dann sollten unbedingt nähere Erläuterungen über Wesen und Entstehung des so überaus wichtigen Leistungsfaktors gegeben werden.

Gewiß handelt es sich bei den vorstehend umrissenen Punkten vorwiegend um Prinzipienfragen, so daß allzuleicht ein Verdacht auf Spiegelfechterei aufkommen kann. Man sollte jedoch dabei grundsätzlich bedenken, daß in einem neuzeitlichen Lehrbuch auch für kleine Unebenheiten kein Platz sein darf.

Ernster sind dagegen folgende Unstimmigkeiten zu nehmen. Wenn in der Versuchsanordnung Abbildung 314 in die Speiseleitung des Dipols Drosseln geschaltet werden, dann wird ein Abstrahlen der HF so gut wie unterbunden. Ferner wird im danebenstehenden Text darauf verwiesen, daß im Empfangsdipol zum Nachweis der Schwingungen wahlweise ein Glimmlämpchen oder bei genügender Energie ein Glühlämpchen benutzt werden kann. Hierzu ist zu sagen, daß bei einem Schwingungsnachweis wie im Bild nur ein Glühlämpchen benutzt werden kann. In der Dipolmitte liegt stets ein Strombauch, so daß hier die Glühlampe zum Leuchten gebracht wird. Eine Glimmlampe wiederum spricht bei derartigen Experimenten nur auf Spannung an. An der fraglichen Stelle liegt jedoch ein Spannungsknoten (Spannung Null), so daß hier die Glimmlampe dunkel bleibt. Soll ein Glimmlämpchen zum Nachweis der Schwingungen schließlich ebenfalls zum Leuchten gebracht werden, dann muß es an eines der beiden Dipolenden gehalten werden, weil sich dort jeweils ein Spannungsmaximum herausbildet.

Gut gefallen die Ausführungen über Magnetismus. Vor allem die Abbildungen 204 bis 206 sagen viel über die Durchflutungsverhältnisse aus.

Ebenfalls gut gelungen sind die Ausführungen über die Atomphysik. Dabei fallen besonders die klaren bildlichen Darstellungen im Abschnitt 15, 1 auf, die bei der modernen Darstellung innerhalb eines Atomverbandes allgemein üblich geworden sind. Als weiteres Positivum darf vermerkt werden, daß es der Verfasser verstanden hat, bis auf einige Fälle höhere Mathematik zu vermeiden. Einige ansprechende Rechenbeispiele lassen erkennen, daß bei der Abfassung des Buches Wert auf eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis gelegt wurde. Im Gegensatz zum zweiten hat der vorliegende dritte Band ein Sachregister erhalten.

Bei abschließender Betrachtung darf festgestellt werden, daß der Verfasser bemüht war, die Elektro- und Atomphysik möglichst umfassend zu behandeln. Unverkennbar ist die Linie nach neuzeitlicher Darstellung des Stoffes. Es mag auch zugegeben werden, daß es nicht immer leicht ist, für derartige Stoffe die allen Lesern zusagende Gangart zu finden. Bei all dem kommt jedoch immer wieder das Gefühl auf, als ob bei der Entstehung des Buches weder der Autor noch der Korrektor genügend Zeit fanden, letzten Schliff anzulegen.

Bei einer Neuauflage sollten daher die genannten Dinge einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Vielleicht wird dann der Verfasser darüber hinaus Gelegenheit finden, mehr und ausführlicher über andere außerordentlich wichtige Sondergebiete der Elektrotechnik von heute zu schreiben. Insbesondere sei hierbei an die Nachrichtentechnik, Elektronik, UKW- und Fernsehtechnik, Lichttechnik, Radar usw. erinnert. Darüber wurde in dem vorliegenden Lehrbuch entweder überhaupt nichts gebracht oder nur in wenigen Worten gesprochen.

Richter

Radio-Praktiker-Bücherei

Franzis-Verlag, München

Band 55/56
Karl Ernst Wacker
Fernsehtechnik von A bis Z
2. und 3. Auflage
128 Seiten, 48 Bilder, 6 Tabellen

Das Büchlein „Fernsehtechnik von A bis Z" gibt lexikonartig Aufklärung über die vielen neuen Begriffe der Fernsehtechnik. Unter besonderer Berücksichtigung der Empfängerseite wird stets der Grundgedanke herausgearbeitet, und die Vor- und Nachteile der verschiedenen Anordnungen werden miteinander verglichen. Das Buch erklärt beispielsweise, was es mit der sogenannten „Energierückgewinnung" auf sich hat, was man unter „Kissenverzerrungen" versteht oder welchen Zweck ein „metallisierter Leuchtschirm" erfüllt. So kann man sich darüber unterrichten, wie eine „Orthikon-Kamera" arbeitet, wie die „Eidophor-Großprojektion vor sich geht oder was eine „Mosaikplatte" ist.

Band 84
Herbert G. Mende
Fernsehantennen-Praxis
64 Seiten, 38 Bilder, 7 Tabellen

Dieser Band vermittelt einen abgerundeten Überblick über alle das Gebiet des Fernsehantennenbaus betreffenden Fragen; er streift die theoretischen Zusammenhänge, behandelt unter anderem die Antennenabmessungen, den Mindestaufwand für eine Fernsehantenne, die Anpassung, die Verbesserung der Richtwirkung und befaßt sich dann gründlich mit den für die jeweiligen Verhältnisse günstigsten Antennenformen. Das Bändchen dient sowohl dem am Fernsehen Interessierten als auch dem Service- und Reparaturtechniker.

Band 72/73
Karl Schultheiß
Drahtlose Fernsteuerung von Flugmodellen
128 Seiten, 74 Bilder

Dieser Band vermittelt die erforderlichen wichtigsten Grundkenntnisse der Funktechnik und betrachtet die am meisten verbreiteten Fernsteuersysteme. Die Darstellung ist so einfach, daß sich der weniger Bewanderte zurechtfindet, aber auch der Fortgeschrittene erhält zahlreiche Anregungen für den Bau komplizierterer Anlagen.

Nach der Behandlung der verschiedenen Teilprobleme folgt die Konstruktionsbeschreibung einer erprobten Fernsteueranlage für ein Motorflugmodell.

Diese Hefte sind nur durch Kontingent über den zuständigen Kontingentträger zu beziehen.

P. H. Brans

Vademecum für Fernseh- und Spezialröhren 1954

P. H. Brans, Ltd., Antwerpen, 1954
11. Ausgabe, 244 Seiten, 443 Bilder, DIN A 4

Mit der Herausgabe des Bandes Fernseh- und Spezialröhren wurde die Neuauflage des großen internationalen Röhrenvademecums vervollständigt. Der Band 1, 9. Ausgabe, enthält alle von 1925 bis einschließlich 1952 hergestellten Rundfunkröhren, während Band 2, 10. Ausgabe, über Austauschröhren Auskunft gibt.

Ebenso wie die anderen Bände dieses internationalen Standardwerkes wurde auch im Band 3 die praktische Form mit einer verständlichen Darstellung vereint. Die notwendigen Angaben sind sehr knapp und klar gehalten, so daß sprachliche Schwierigkeiten vermieden werden, die sich bei internationalen Ausgaben sehr oft ergeben. Der Inhalt umfaßt Katodenstrahlröhren, Halbleiterelemente (Germanium- und Siliziumdioden, Transistoren, Fototransistoren), gesteuerte Gleichrichterröhren, Dezimeter- und Zentimeterwellenröhren, Fotozellen, Strahlungszähler, Thermokreuze, Belastungsröhren, verschiedene Senderöhren und die dazugehörigen Sockelschaltungen.

Durch die Zusammenstellung aller verwendeten Abkürzungen und Symbole nebst Erläuterungen auf einem als Lesezeichen ausgebildeten Karton wird langes Nachschlagen vermieden.

Epp

Dieses Buch ist nur durch Kontingent über den zuständigen Kontingentträger zu beziehen.

Neuerscheinungen und Neuauflagen des Verlages Die Wirtschaft

Richtiges und rationelles Verpacken von Exportgütern, Teil II, Verpackungsmaterialien und Verpackungsvorschriften. Herausgeber: Kammer für Außenhandel der Deutschen Demokratischen Republik, 120 Seiten, 89 Bilder, 4 Tabellen, broschiert 3,20 DM.

Gleich, J. I., u. S. A. Stschenkow, *Die Buchführung in der Industrie*, Übersetzung aus dem Russischen, 396 Seiten, 25 Tabellen, 84 Schemata, Halbleinen 14,50 DM.

Trachtenberg, I. A., *Das Geld- und Kreditwesen im Kapitalismus nach dem zweiten Weltkrieg*, Übersetzung aus dem Russischen, 176 Seiten, 22 Tabellen, broschiert 6,80 DM.

Sirotin, M., u. W. Schafranski, *Die Planung der Mechanisierung in der sowjetischen Industrie*, Übersetzung aus dem Russischen, 176 Seiten, 17 Tabellen, 9 Schemata, Halbleinen 7,50 DM.

Maasberg, E., *650,— DM Verlust — Was nun?* Zur Frage der Inventurdifferenzen in den Verkaufsstellen des gesellschaftlichen Einzelhandels, Schriftenreihe Wirtschaftspraxis. Heft 5, 2. Auflage, 76 Seiten, 1 Formular, broschiert 1,60 DM.

Punski, J., u. A. Galzow, *Die technische Arbeitsnormung in der sozialistischen Industrie*, Übersetzung aus dem Russischen, 160 Seiten, 1 Anlage, 23 Tabellen, broschiert 3,— DM.

Chronik der Nachrichtentechnik

Von Dipl.-Ing. HANS SCHULZE-MANITIUS

1890

Elihu Thomson entwickelt den ersten Hochfrequenzgenerator.

Um 1890

Man erkennt, daß ein Unterseekabel nicht nur ein friedliches, neutrales und internationales Verkehrs- und Nachrichtenmittel ist, als das man es bisher betrachtet hatte, sondern daß es seinem Besitzer in Krieg und Frieden ein Kampfmittel und eine gefährliche Waffe ist, mit der man selbstsüchtige Zwecke verfolgen und diplomatische und strategische Trümpfe ausspielen kann. Besonders England nutzte wiederholt seine damals nahezu uneingeschränkte Herrschaft über den Weltkabelverkehr rücksichtslos zur Übervorteilung anderer Nationen aus.

12. 2. 1890

Die „Urania" in Berlin beschließt auf Grund einer Anregung von Siemens & Halske die telefonische Übertragung von Opern aus dem Opernhaus nach der „Urania" zu versuchen.

18. 3. 1890

In Berlin stirbt Johann Georg Halske (geb. 1814) im 75. Lebensjahre. Er hatte 1847 mit Werner von Siemens zusammen die weltbekannte Firma Siemens & Halske gegründet.

8. 5. 1890

Oberingenieur Karl Frischen (geb. 1830), der langjährige technische Leiter der Siemens & Halske AG, der viele Jahre als Telegrafeningenieur bei der Eisenbahn tätig war, sich beim Bau der Indo-europäischen Telegrafenlinie beteiligt hatte und vor allem bedeutende Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete der Sicherungsanlagen für Eisenbahnen geleistet, den ersten Blockapparat geschaffen und den Lautsprecher erfunden hatte, stirbt in Berlin.

1891

Brillouin gibt in der „Revue gen. d. sciences" eine neue Art der Bildzerlegung mit Hilfe zweier Linsenscheiben an, die sich im entgegengesetzten Sinne drehten und wobei als Lichtrelais ein Spiegelgalvanometer mit Keilblende diente, das ähnlich dem später in der Tonfilmtechnik verwendeten Lichthahn wirkte.

1891

Der französische Physiker und Radiotechniker Edouard Branly berichtet über den von ihm im Vorjahre entwickelten Kohärer (oder Fritter). Dessen Bau beruhte auf einer Entdeckung Munks (siehe 1838) sowie auf der Entdeckung, welche die Italiener S. A. Varley (siehe 1870) und Professor Calcechi Onesti gemacht hatten und die darin bestand, daß sich Kohlekörner unter der Einwirkung von elektrischem Strom zusammenfritten und so den Strom durchfließen lassen. Wenn man die Kohlekörner schüttelte, hörte der Stromdurchfluß solange auf, bis sie sich wieder geordnet hatten.

Branly nahm statt der Kohlekörner Metallspäne in einer 15 cm langen Glasröhre, die, nachdem sie dem Einfluß des Stromes ausgesetzt worden waren, durch einen Klopfer wieder auseinandergetrieben wurden. Damit gelang es ihm, bessere Ergebnisse zu erzielen. Sein Kohärer bildete in den ersten Jahren der Radiotechnik die Grundlage der drahtlosen Empfangstechnik. Er hatte bei seinen Versuchen erkannt, daß die Leitfähigkeit von Metallpulvern durch das Auftreffen elektrischer Wellen beeinflußt wird. Er wiederholte mit ihm die Hertzschen Versuche und zeigte dabei, daß sich der Empfang elektrischer Wellen mit diesem Hilfsmittel wesentlich einfacher durchführen ließ als mit der von Hertz angegebenen Apparatur.

Branlys Kohärer

Branlys Kohärer wurde bald danach (1895) von Marconi in seine Empfangsapparate übernommen. Es stellte sich jedoch nachträglich heraus, daß dieser Kohärer schon 1879 von Hughes erfunden worden war. Marconi hat stets anerkannt, daß er dieser Vervollkommnung sehr viel verdankte.

Der Kohärer wurde also durch Branly abermals erfunden, und zwar nunmehr unmittelbar zum Empfang elektrischer Wellen. Aus diesem Grunde ist Branly trotz der vorherigen Erfindung Hughes als der eigentliche Erfinder des Kohärers anzusehen. Zehn Jahre lang war sein Kohärer das einzige, praktisch wirklich brauchbare Empfangsinstrument der Radiotechnik. Dann wurde dieser kleine Apparat durch andere Empfangsgeräte abgelöst. Im Entwicklungsgang der Radiotechnik waren mit diesem Kohärer zahlreiche bedeutende Erfolge verknüpft.

1891

Der Physiker und Radiotechniker Max Wien geht als Assistent Röntgens nach Würzburg, wo er bald darauf Privatdozent wurde. Hier beschäftigte er sich bereits mit gekoppelten Schwingungen, ein Gebiet, auf dem er später seine größten Erfolge erzielte. Gelegentlich seiner Arbeiten konstruierte er hier bei seinen Forschungen über elektrische Schwingungen das Drehvariometer, das aus zwei Spulen bestand, von denen die eine so in der anderen steckt, daß man sie um 180 Grad gegeneinander verdrehen kann.

5. 5. 1891

Der Physiker D. E. Hughes verwendet zum Nachweis elektrischer Wellen erstmalig einen Wellendetektor, der aus einem Kohlestab bestand, den eine Feder auf eine Stahlnadel drückte.

23. 6. 1891

Der Physiker Wilhelm Weber (geb. 1804), der 1833 mit dem Mathematiker und Sternforscher Karl Friedrich Gauß zusammen den elektromagnetischen Telegrafen erfunden hatte, stirbt in Göttingen im 87. Lebensjahre. Er war einer der bedeutendsten Physiker des 19. Jahrhunderts und entwickelte unter anderem ein System der absoluten Maße der Stromstärke und der elektromotorischen Kraft sowie eine Theorie des Magnetismus.

1892

Der Radiotechniker Georg Graf von Arco wird während seines Studiums auf der Technischen Hochschule in Charlottenburg mit Professor Slaby bekannt und von diesem auf das Gebiet der drahtlosen Telegrafie hingewiesen. Nach beendetem Studium trat Graf Arco als Radio-Ingenieur bei der AEG ein.

1892

Der kanadische Physiker R. A. Fessenden verläßt seine Stellung als Ingenieur bei der New Yorker Edison-Gesellschaft und widmet sich dem Lehrberuf. Zunächst las er an der Western University in Philadelphia über Physik.

1892

Der englische Physiker Oliver Joseph Lodge veröffentlicht seine fast zur gleichen Zeit wie Branly gemachten Versuche, bei denen er von den Hertzschen Arbeiten ausgegangen war. Er hatte den „mikrofonischen Detektor" konstruiert, um elektrische Wellen wahrnehmbar zu machen, benutzte aber nunmehr die Branlysche Röhre mit Metallfeilspänen (siehe 1891), die er „coherer" nannte.

1892

Edison stellt Versuche zur drahtlosen Übertragung von telegrafischen Zeichen an.

1892

Der englische Telegrafeningenieur William Henri Preece wendet elektrodynamische Induktion zur drahtlosen Telegrafie an.

1892

Thomas Alva Edison erhält das Patent auf einen Apparat, „mit dem zwischen zwei entfernten Stationen elektrisch telegrafiert werden kann, ohne daß hierzu eine Leitung notwendig wäre." Sein Apparat arbeitete mit elektrostatischer Induktion.

Februar 1892

William Crookes berichtet in der „Fortnightly Review" ausführlich über den von Oliver Lodge 1892 vorgeschlagenen Fritter. Aber weder Lodge noch Crookes versuchten ihre Ideen in die Praxis umzusetzen.

An alle Leser der Zeitschrift »Radio und Fernsehen«

Brauchen Sie Material od. haben Sie Überbestände?

Suchen Sie eine tüchtige Arbeitskraft oder wollen Sie Ihren Arbeitsplatz wechseln?

Haben Sie irgendwelche privaten Wünsche?

Eine Anzeige in Ihrer Fachzeitschrift hilft Ihnen!

Alle weiteren Auskünfte erhalten Sie gern durch die Anzeigenabteilung des Verlages DIE WIRTSCHAFT, Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22

Rundfunkgeschäft

RFT-Vertragswerkstatt, im Erzgebirge, sehr gut eingeführt, umständehalber zu verkaufen.

Angebote unter RF 674.

Rundfunkmechanikermeister oder Rundfunkmechaniker

mit guten Kenntnissen auf d. Gebiete des Fernsehens für Werkstatt gesucht. Bewerbung mit Lichtbild u. Gehaltsforderung erbeten an **Radio-Mamet** Templin, Am Markt 16

Fernseh- und UKW-Antennen

liefert preiswert

Elektro-Apparatebau **Wernigerode**

Lautsprecher-Reparaturen

kurzfristig – alle Fabrikate –

Kurt Trentzsch

Werkstätten für Elektro-Akustik, Dresden A 1, Annenstraße 37

Herstellung von

gewebelosen Isolierschläuchen

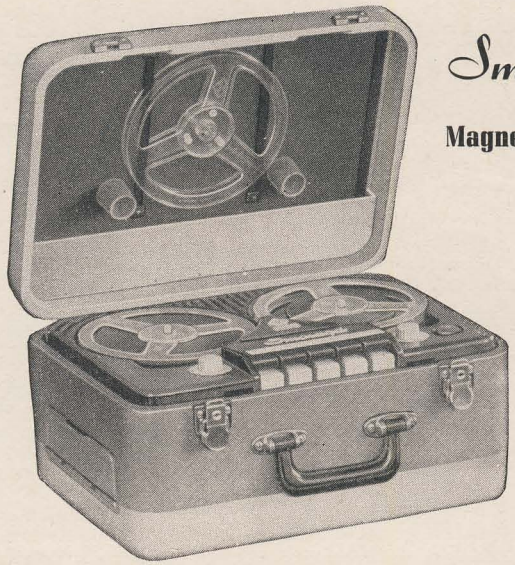
von 0,5 bis 30 mm l. ∅

Kraftfahrzeug-Profile verschiedenster Art / Kotflügelköder / Isolierung in Lohnveredlung von Leitungen und Litzen aller Art / Verseilung v. Litzen bis 2,5 mm²

Ing. Heinz Kirchgeorg

Ilmenau i. Thür., Lindenstraße 38

Apparate und Vorrichtungsbau Kunststoffverspritzung



Smaragd

Magnettongerät

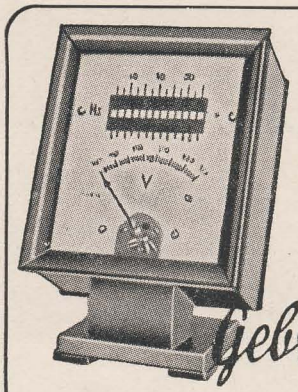
BG – 20

Technische Daten: Bandgeschwindigkeit 19,05 cm/sek. – Laufzeit mit 350 m Band 2×30 min. – Beschleunigter Vor- u. Rücklauf – Kombinierter Aufnahme-und Wiedergabekopf – Eingebauter HF-Löschkopf – HF-Vormagnetisierung – Frequenzbereich (mit CH-Band) etwa 40–10 000 Hz – Wiedergabespannung etwa 1,2 V an 5 kOhm – Eingebaute Endstufe mit Kontroll-Lautsprecher (1,5 W-System) – Abhörmöglichkeit während der Aufnahme mit Kopfhörer – Vorhanden 3 umschaltbare Verstärkereingänge: a) Mikrofonanschluß mit 2 mV Eingangsspannung an 1 MOhm, b) Diodeneingang bzw. Nadeltoneingang mit 200 mV Eingangsspannung an 0,5 MOhm, c) Anschluß für Rundfunkempfänger 30 V Eingang an 0,5 MOhm.

Aussteuerungsanzeige durch magisches Auge – Anschlußspannung 110, 127, 150, 220 und 240 V 50 Hz – Fremdspannungsabstand etwa 40 db – Röhrenbestückung: EF 86, ECC 81, EL 84, EM 11.

ZWÖNITZ

VEB Meßgerätewerk Zwönitz [Erzgeb.]



Tisch-Frequenzmesser komb. mit Voltmeter

Frequenzmesser für Frequenzen 7-600 Hz

GBD

Gebr. Bässler

Elektrische Meßgeräte

RADEBEUL-DRESDEN · Thälmannstr. 19-21 · Ruf 75546

OTTOMAR SICKEL, RADIO- U. ELEKTRO-GROSSHANDLUNG

Leipzig C 1, Otto-Schill-Straße 3–5 · Telefon 31642

30 Jahre ständiger Lieferant vieler maßgeblicher Fachgeschäfte der DDR

Frühjahrsliste 56 mit vielen Preisermäßigungen bitte anfordern. Lieferung nicht an Private.

Petereit

Lautsprecher Groß-Reparatur

Alle Fabrikate, auch älteste Baumuster bis 40 Watt
Wickelarbeiten an Übertragern und Feldspulen nach Angabe

RADIO-LABOR, ING. E. PETEREIT

Dresden N 6, Obergraben 6 · Fernruf 53074

NEUMANN

Kondensator-Mikrofon

Typ CMV 551

Höchste Übertragungsqualität
Einstufig 200 Ω Ausgang

Mit auswechselbaren Kapseln
Nieren-Achter-Kugel-Charakteristik

GEORG NEUMANN & CO.

ELEKTROTECHNISCHES LABORATORIUM

GEFELL/VOGTL. · RUF 185

Antennen

FÜR FERNSEH-
UKW-
KML-EMPFANG
SÄMTLICHES ZUBEHÖR

VEB Fernmeldewerk Bad Blankenburg Thür.-Wald

MAX HERRMANN

Großhandlung
für Rundfunk- und
Elektro-Akustik

Vertretung erster Firmen der Rundfunk-Industrie

HALLE [Saale] C 2

Streiberstr. 7 · Ruf 22252

KWP

Kabel vergussmasse

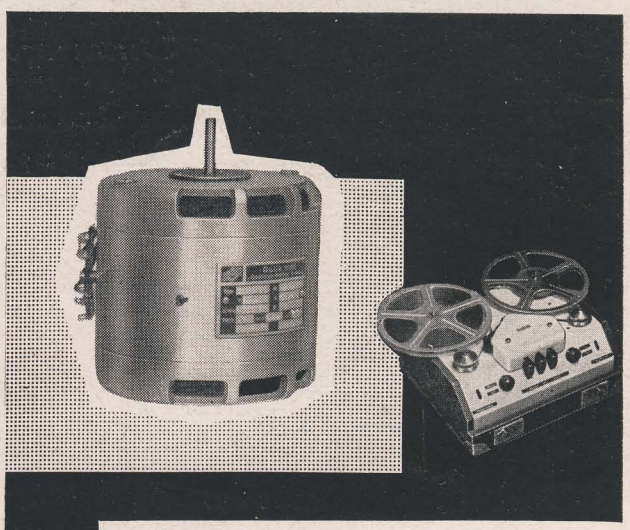
VEB (K) KITTWERK PIRNA

SENDERÖHREN

für UKW-Rundfunk
und Fernsehen
Industriegeneratoren
und Elektro-
medizin.

DEWAG BERLIN W.

VEB WERK FÜR FERNMELDEWESEN
Berlin-Oberschöneweide Ruf 63 21 61

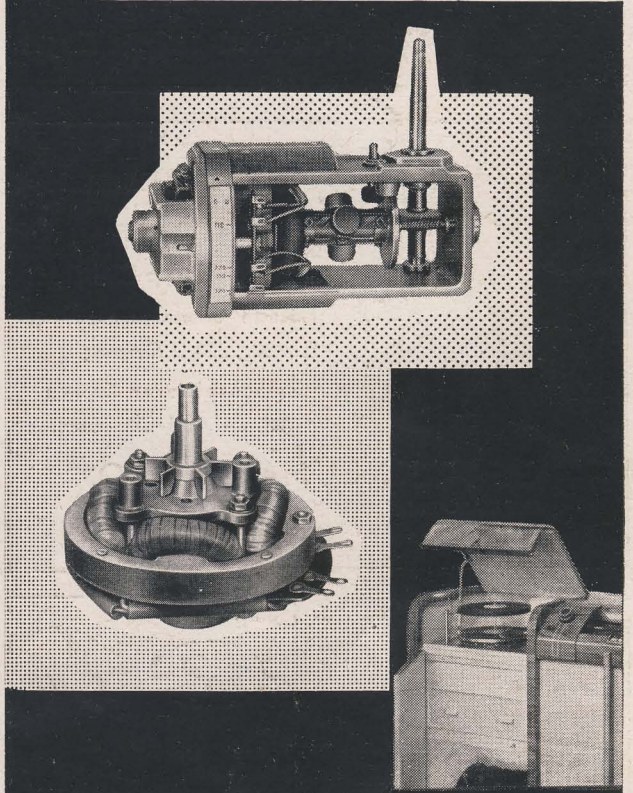


Elektrokleinmotore

Antriebsmotore für Schallplattenlaufwerke

Antriebsmotore für Magnettongeräte

Antriebsmotore für Dreitourenlaufwerke



VEB ELEKTROGERÄTEBAU LEISNIG

I K A
EGL

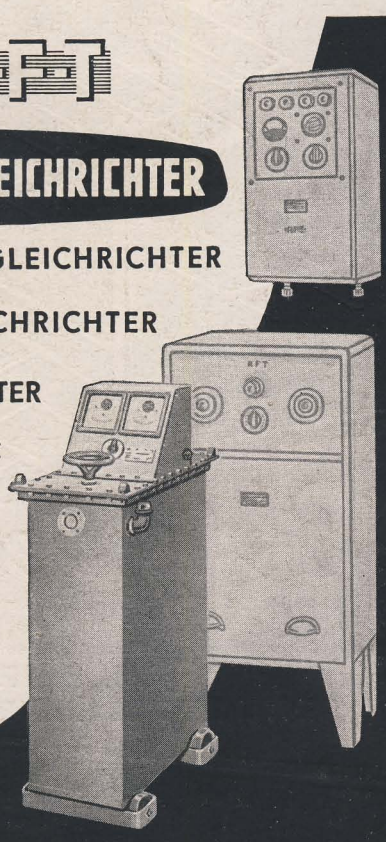
RFT

SELEN-GLEICHRICHTER

LADE-GLEICHRICHTER

KINO-GLEICHRICHTER

GLEICHRICHTER
FÜR
GALVANISCHE
ANLAGEN



LUFT- UND
ÖLGEKÜHLTE
AUSFÜHRUNG

VEB Fernmeldewerk Bad Blankenburg Thür.-Wald